



Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú. Decana de América

Facultad de Ingeniería Industrial

**Escuela Académico Profesional de Ingeniería Textil y
Confecciones**

**Reducción de costos generados por no conformidades
de costura mediante la implementación de
herramientas Lean Manufacturing**

TESIS

**Para optar el Título Profesional de Ingeniera Textil y
Confecciones**

AUTOR

Anelli María GUERRERO MATEO

ASESOR

César CAMPOS CONTRERAS

Lima, Perú

2016



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Guerrero, A. (2016). *Reducción de costos generados por no conformidades de costura mediante la implementación de herramientas Lean Manufacturing*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería Industrial, Escuela Académico Profesional de Ingeniería Textil y Confecciones]. Repositorio institucional Cybertesis UNMSM.



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA)
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

ACTA N°002-DAcad-FII-2016

SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA TEXTIL Y CONFECCIONES

El Jurado designado por la Facultad de Ingeniería Industrial, reunido en acto público en el Auditorio de la Facultad de Ingeniería Industrial, el día **Viernes 20 de Mayo de 2016**, a las 10:00 horas, se dio inicio a la sustentación de la tesis:

“REDUCCIÓN DE COSTOS GENERADOS POR NO CONFORMIDADES DE COSTURA MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DE HERRAMIENTAS LEAN MANUFACTURING”

Que presenta la Bachiller:

GUERRERO MATEO ANELLI MARIA

Para optar el Título Profesional de Ingeniera Textil y Confecciones en la Modalidad: **Ordinaria**.

Luego de la exposición, absueltas las preguntas del Jurado y siendo las 12:00 horas se procedió a la evaluación secreta, habiendo sido APROBADO por UNANIMIDAD con la calificación promedio de DIECOCHO, lo cual se comunicó públicamente.

Ciudad Universitaria, 20 de Mayo del 2016


DR. CACHAY BOZA ORESTES
Presidente


ING. MENDOZA ALTEZ EDGARDO
Miembro


ING. MORALES DA COSTA OSCAR
Miembro


ING. CAMPOS CONTRERAS CESAR
Asesor

1. ÍNDICE	
RESUMEN	7
INTRODUCCIÓN	9
1. CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	10
1.1. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA	10
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	11
1.3. JUSTIFICACIÓN:	12
1.4. OBJETIVOS	13
1.4.1 OBJETIVO GENERAL:	13
1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:	14
1.5. HIPÓTESIS	14
1.6. VARIABLES	14
2. CAPÍTULO II: MARCO DE REFERENCIA	15
2.1. ANTECEDENTES O ESTUDIOS PREVIOS	15
2.2. MARCO TEÓRICO	18
2.2.1. LEAN MANUFACTURING	18
2.2.1.1. Definición	18
2.2.1.2. Orígenes	19
2.2.1.3. Conceptos de valor añadido y despilfarro	22
2.2.1.4. Principios Lean	23
2.2.1.5. Muda y los 8 desperdicios	24
2.2.1.6. Herramientas de Lean Manufacturing	27
2.2.1.7. Mapa de la cadena de valor (Value Stream Map)	40
2.2.2. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE COSTURA	42
2.2.3. COSTOS DE LA CALIDAD	44
2.2.3.1. Definición	44
2.2.3.2. Clasificación de los costos de la calidad	45
2.2.3.3. Establecimiento de un sistema de costos de la calidad	46
3. CAPÍTULO III: LA EMPRESA	49
3.1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA	49
3.1.1. El Producto	49

3.1.2.	La Organización	50
3.1.3.	Certificaciones y SGC	51
3.2.	DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROCESO PRODUCTIVO	52
3.3.	DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE TRABAJO EN EL PROCESO DE COSTURA	53
3.3.1.	Módulos de pre- ensamble camisa	54
3.3.2.	Módulos de ensamble camisa	60
3.4.	INSTANCIAS DE CAPACITACIÓN AL PERSONAL	64
3.4.1.	ESCUELA DE COSTUREROS	64
3.4.2.	RE-ENTRENAMIENTO	64
3.5.	DESCRIPCIÓN ACTUAL DE MÉTRICAS DEL SISTEMA PRODUCTIVO	65
4.	CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	66
4.1.	PRIMERA FASE: ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO	66
4.2.	SEGUNDA FASE: PROPUESTA DE MEJORA	67
5.	CAPÍTULO V: ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO	69
5.1.	SELECCIÓN DEL ÁREA A ESTUDIAR	69
5.2.	DESARROLLO DEL MAPA DEL FLUJO DE VALOR ACTUAL	72
5.3.	IDENTIFICACIÓN DE DESPERDICIOS ENCONTRADOS EN EL MAPA DE FLUJO DE VALOR ACTUAL	75
5.3.1.	Defectos	75
5.3.2.	Recursos mal utilizados	77
5.3.3.	Procesos innecesarios	77
5.3.4.	Movimientos innecesarios	78
5.3.5.	Espera	78
5.3.6.	Inventarios	79
5.3.7.	Transporte	79
5.3.8.	Sobreproducción	79
5.4.	DESARROLLO DE MAPA DE FLUJO DE VALOR FUTURO	80
5.5.	EVALUACIÓN DE FACTIBILIDAD DE LA PROPUESTA DE MEJORA	82
6.	CAPÍTULO VI: PROPUESTA DE MEJORA	89
6.1.	PROCESO DE INICIACIÓN	89

6.1.1.	DESARROLLO DEL ALCANCE DEL PROYECTO	89
6.1.2.	DESARROLLO DEL EQUIPO DEL PROYECTO	90
6.2.	PROCESO DE PLANIFICACIÓN	91
6.2.1.	DESARROLLO DE METODOLOGÍA	91
6.2.2.	DESARROLLO DE CRONOGRAMA	100
6.2.3.	PLANIFICACIÓN DE COMUNICACIÓN	101
6.2.4.	PLANIFICACIÓN DE COMPRAS O ADQUISICIONES	102
6.2.5.	PLANIFICACIÓN DE GESTIÓN DE RIESGOS	102
6.3.	EJECUCIÓN	107
6.3.1.	ESTANDARIZACIÓN DE NUEVOS INSTRUCTIVOS	107
6.3.2.	CAPACITACIÓN DEL PERSONAL	110
6.3.3.	AUDITORÍA EN PROCESO	110
6.3.4.	ACCIONES CORRECTIVAS ANTE NO CONFORMIDADES	112
6.3.5.	EQUIPO KAIZEN- CREACIÓN DE DISPOSITIVOS POKE YOKE	113
6.4.	SUPERVISIÓN Y CONTROL	115
6.4.1.	NIVEL DE REPROCESOS	115
6.4.2.	%EFICIENCIA	117
6.4.3.	HORAS SOBRETIEPO DEL PERSONAL DE CALIDAD	119
6.4.4.	FLUJO DE CAJA	121
6.5.	CIERRE	123
	CONCLUSIONES	124
	RECOMENDACIONES	126
	BIBLIOGRAFÍA	127
	ANEXOS	129

INDICE DE FIGURAS

Figura 2.1: Adaptación de la Casa Toyota	28
Figura 2.2: Metodología 5's	29
Figura 2.3: Técnicas Poka Yoke	35
Figura 2.4: Matriz de Autocalidad.....	37
Figura 2.5: Ciclo PDCA	38
Figura 2.6: Mapa de Cadena de Valor (Estado actual)	41
Figura 2.7: Línea de Producción	43
Figura 2.8: Sistema de Producción Modular	44
Figura 2.9: Componentes de los Costos de la calidad	46
Figura 3.1: Organigrama	50
Figura 3.2: Interrelación de procesos.....	52
Figura 3.3: DOP de la confección de cuellos	55
Figura 3.4: DOP de la confección de puños.....	56
Figura 3.5: DOP de la confección de pecheras.....	59
Figura 3.6: DOP de ensamble de una camisa clásica.....	61
Figura 3.7: Layout de un módulo de ensamble	63
Figura 5.1: Diagrama de Pareto de costos internos según área generadora	71
Figura 5.2: Mapa de Flujo de valor actual de una línea básica	74
Figura 5.3: Mapa de Flujo de Valor Futuro de una camisa básica	81
Figura 5.4: Gantt- Cronograma del proyecto.....	83
Figura 6.1: Equipo del proyecto	90
Figura 6.2: Resumen del diagnóstico de los 7 desperdicios	91
Figura 6.3: Resumen de metodología por fases	92
Figura 6.4: Diseño de estandarización	94
Figura 6.5: Formato de Auditoría en proceso.....	97
Figura 6.6: Flujo de acciones correctivas.....	98
Figura 6.7: Herramientas Lean Aplicadas en el proyecto.....	99
Figura 6.8: Gantt del proyecto.....	100
Figura 6.9: Panel de resultado de indicadores	101

Figura 6.10: Flujo de capacitación a personal de la Escuela de costura.....	103
Figura 6.11: Flujo de capacitación de personal de Reentrenamiento	104
Figura 6.12: Flujo de capacitación en una nueva operación	105
Figura 6.13: Validaciones durante el proceso	108
Figura 6.14: Validaciones por muestreo.....	108
Figura 6.15: Manual de defectos.....	109
Figura 6.16: Layout anterior	111
Figura 6.17: Layout actual.....	111
Figura 6.18: Formato de Acción correctiva	113
Figura 6.19: Gráfica de control del nivel de reprocesos	116
Figura 6.20: Promedio de eficiencia semanal	119
Figura 6.21: Progreso del ahorro generado por reducción de horas sobretiempo	121

INDICE DE TABLAS

Tabla 3.1: Módulos de costura	53
Tabla 3.2: Secuencia de operaciones (cuello)	57
Tabla 3.3: Secuencia de operaciones (Puños).....	57
Tabla 3.4: Secuencia de operaciones (Pechera izquierda)	59
Tabla 3.5: Secuencia de operaciones (Pechera derecha)	60
Tabla 3.6: Secuencia de operaciones- Ensamble	62
Tabla 3.7: Indicadores de gestión-costura	65
Tabla 5.1: Costos de la No Calidad.....	70
Tabla 5.2: %Representativo de los costos de la No Calidad.....	70
Tabla 5.3: Costos internos por área generadora.....	71
Tabla 5.4: Prendas reprocesadas por defectos de costura (todos los módulos)... 76	
Tabla 5.5: Prendas concesionadas por defectos de costura (Todos los módulos) 76	
Tabla 5.6: Inversión del Proyecto.....	83
Tabla 5.7: Resumen de ahorros.....	84
Tabla 5.8: Ahorros por reducción de reprocesos	85
Tabla 5.9: Ahorro por eliminación de concesiones.....	85
Tabla 5.10: Ahorro por reducción de fuerza laboral	86
Tabla 5.11: Ahorro por reducción de horas sobretiempo del personal de calidad 87	
Tabla 5.12: Resumen del impacto económico	87
Tabla 5.13: Flujo de caja proyectado	88
Tabla 6.1: Puntos de control propuestos.....	95
Tabla 6.2: Adquisiciones	102
Tabla 6.3: Nivel de reprocesos del módulo piloto (Periodo 3 meses)	115
Tabla 6.4: Ahorro real por la reducción de PNC.....	117
Tabla 6.5: Promedio de eficiencia semanal	118
Tabla 6.6: Costo por horas sobretiempo	120
Tabla 6.7: Flujo de caja.....	122

RESUMEN

La presente investigación expone los resultados de la implementación de un Proyecto Lean Manufacturing, por medio del cual se logró la reducción de los costos generados por no conformidades del proceso de costura.

Mediante el análisis realizado se identificó como principales desperdicios: los defectos, evidenciados en el alto índice de reprocesos y los recursos mal utilizados, evidenciados en el estándar de personal que realiza inspección 100% al final de los módulos de costura y el personal destinado a realizar los reprocesos. Dichos desperdicios a su vez tenían como origen la falta de estandarización de métodos de trabajo para el personal de costura, un sistema de control de calidad sesgado al “control” y no al aseguramiento de la calidad en el proceso y a la falta de un espíritu de mejora continua.

Es por ello que el proyecto propuso la implementación de la estandarización, técnicas de calidad y la creación de dispositivos Poka Yoke, todas herramientas Lean, que a su vez están sostenidas por Kaizen como parte de la mejora continua. A partir de la implementación de dichas herramientas se ha logrado mejorar los indicadores de %reprocesos, pasando de 17.5% a 4.4%; eficiencia, pasando de 65% a 70%, los costos por sobretiempos del personal de calidad de S/12,013 a S/5,082 y la eliminación de las concesiones. Cada uno de estos indicadores se ha valorizado teniendo como resultado final del proyecto un TIR de 50% y un VAN de \$14,479, lo que evidencia la rentabilidad de la implementación.

Palabras clave: Lean Manufacturing, No conformidades, desperdicios, estandarización, mejora continua, Poka Yoke, TIR, VAN.

SUMMARY

This research presents the results of the implementation of a Lean Manufacturing Project, whereby reducing the costs generated by reprocessing the stitching process is achieved.

Through the analysis was identified as the main waste: defects evident in the high level of rework and resources misused and reflected in the standard of personnel performing 100% inspection at the end of modules sewing and personnel for perform the rework. Those by-turn had its origin in the lack of standardization of working methods for personal stitching, a system of quality control biased "control" rather than the quality assurance in the process and the lack of a spirit of Continuous improvement.

That is why the project proposed the implementation of standardization, quality techniques, creating Poka Yoke devices, all Lean tools, which in turn are supported by Kaizen as part of continuous improvement.

Since the implementation of these tools has improved indicators rework%, from 17.5% to 4.4%; efficiency from 65% to 70%, the costs for staff overtimes quality S / 12,013 S / 5,082 and removing concessions. Each of these indicators has been recovered with the final result of a TIR project 50% and VAN of \$ 14.479, which shows the profitability of implementation.

Keywords: Lean Manufacturing, Nonconformities, waste, standardization, continuous improvement, Poka Yoke, TIR, VAN.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años la industria textil se ha visto afectada por la migración de los grandes pedidos hacia países asiáticos, ante los cuales Perú, como productor de prendas, no puede competir con tan bajos precios que ofertan.

Ante ello, cada vez más en las empresas manufactureras, se ha propiciado un nuevo escenario en que el único medio que tienen para continuar compitiendo con las exigencias del medio, es la continua aplicación de las mejores prácticas, principios y tecnologías de gestión.

Lean Manufacturing actúa como una alternativa para reducir costos, que consiste en la aplicación sistemática y habitual de un conjunto de técnicas de fabricación que buscan la mejora de los procesos productivos a través de la reducción de todo tipo de “desperdicios”, definidos como los procesos o actividades que usan más recursos de los estrictamente necesarios (Hernandez,2013).

La empresa de estudio, que a partir de ahora será denominada como la “*Empresa Textil*” para mantener la confidencialidad, se ha visto afectada por este escenario; por lo cual era necesaria la aplicación de estas herramientas.

1. CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

En base a la medición de costos de la No Calidad en la EMPRESA TEXTIL, se ha podido evidenciar que los reprocesos generados por Productos No Conformes en el área de costura tienen un alto impacto negativo para la compañía, siendo el proceso que presenta el mayor impacto monetario y volumen de prendas a reprocesadas.

Tal situación obedece a factores como la falta de compromiso del personal de Producción (Operarios y Supervisores de costura) acerca de la responsabilidad que tiene cada uno con la calidad de las prendas que están produciendo, la dependencia de los operarios hacia el Supervisor en las indicaciones técnicas (éstos últimos son los únicos que manejan la Hoja de

Especificaciones), Supervisores con insuficientes criterios de Calidad (no son capaces de evaluar la calidad de una prenda) e insuficiente documentación técnica estandarizada (Procedimientos e Instructivos) del cómo se debe validar la calidad de su operación y las frecuencias de muestreo.

Las circunstancias anteriores sumadas a unos puntos de control que no garantizan la detección oportuna de los PNCs¹ pueden llevar a la empresa a desaprovechar las oportunidades que le ofrecen el medio y las fortalezas con las que cuenta la compañía, ya que pierde eficiencia por el tiempo y recursos invertidos en los reprocesos, lo que genera a su vez que la empresa pierda rentabilidad.

Esta situación hace necesaria la implantación de un nuevo sistema de Calidad, por el cual se dé a conocer los objetivos de la misma a toda la organización y el compromiso que tiene cada uno para la construcción de la misma, de modo que se pase de la orientación actual de “control” a una “producción con calidad”, la cual se consigue mediante el trabajo conjunto de todos los colaboradores.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Es posible reducir los costos generados por No Conformidades de costura mediante la implementación de herramientas Lean Manufacturing?

¹ PNC (Producto No Conforme): Todo aquel que no cumple con algún requisito determinado por el sistema de gestión de calidad.

1.3. JUSTIFICACIÓN:

“Actualmente, la industria textil y de prendas de vestir viven una época bastante difícil, donde los grandes pedidos de producción están migrando cada vez más hacia el Asia, países como China, Bangladesh, Vietnam, India, etc. se están viendo beneficiados debido a la falta de competitividad en el sector, principalmente, por el alza de la mano de obra, sobrecostos logísticos y falta de apoyo gubernamental, lo cual conlleva a una guerra de precios en donde el Perú, como productor de prendas, no puede competir con tan bajos precios que ofertan estas fábricas asiáticas”², siendo estos el 25% más baratos que los nuestros, según El Comercio.pe (Abril, 2015). Esta situación sumada a la recesión que está sufriendo Venezuela (uno de nuestros principales destinos de exportación), así como las barreras paraarancelarias que impone Argentina a sus importaciones, las cuales han generado una caída del 35.8% de lo exportado a dicho país; han generado, según información de Adex (Mayo, 2015), una caída de 24.18% en el primer trimestre del año con respecto al mismo periodo en el 2014.

Debido al entorno cambiante del ambiente de negocios en el que se encuentran las empresas manufactureras, no solo las industrias textiles, se ha propiciado un nuevo escenario en que el único medio que tienen las empresas de todos estos sectores para continuar compitiendo con las exigencias del

² Boletín informativo mensual elaborado por la Gerencia de Manufacturas-ADEX, Enero 2015

medio, es la continua aplicación de las mejores prácticas, principios y tecnologías de gestión.

En este sentido, en nuestro país muchas de las empresas manufactureras han respondido a tal escenario realizando cambios en los modelos de gestión, tomando como referencia a los modelos utilizados en los países industrializados, lo que les está permitiendo optimizar sus procesos industriales para poder competir en el mercado.

Lean Manufacturin es uno de estos modelos que consiste en la aplicación sistemática y habitual de un conjunto de técnicas de fabricación que buscan la mejora de los procesos productivos a través de la reducción de todo tipo de “desperdicios”, definidos como los procesos o actividades que usan más recursos de los estrictamente necesarios.³

Por este motivo, se propone aplicar diversas herramientas *Lean* con el objetivo de reducir sobrecostos generados por no conformidades.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1 OBJETIVO GENERAL:

Reducir los costos generados por No conformidades del proceso de costura mediante la implementación de herramientas Lean Manufacturing.

³ Juan Carlos Hernández Matías & Antonio Vizán Idolpe. “Lean Manufacturing: Conceptos, técnicas e implantación”, 2013

1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Realizar un análisis de la situación actual de la empresa, para evaluar la factibilidad de la implementación del proyecto.
- Proponer las herramientas de la filosofía Lean Manufacturing que más se ajusten al proceso productivo de la empresa para reducir los costos que generados por los principales “desperdicios”.
- Proponer un nuevo diseño de un sistema de control de calidad basado en la filosofía *Lean Manufacturing*.
- Estandarizar los criterios de calidad inter-áreas: Control de Calidad, Producción e Ingeniería.

1.5. HIPÓTESIS

Si se aplican herramientas *Lean Manufacturing* ajustadas a la realidad de la empresa, se obtendrá como resultado la reducción de costos generados por No Conformidades de costura, mejorando la rentabilidad de la empresa.

1.6. VARIABLES

- Variable independiente: Implementación de Herramientas Lean Manufacturing.
- Variable dependiente: Costos generados por No Conformidades de costura.

2. CAPÍTULO II: MARCO DE REFERENCIA

2.1. ANTECEDENTES O ESTUDIOS PREVIOS

En la búsqueda que se ha realizado, se han encontrado varios artículos e investigaciones acerca de Lean Manufacturing en el sector de confección textil. Se encontró una tesis realizada en el 2008 llamada “Diseño de un sistema de control de Producción basado en la filosofía Lean Manufacturing o Manufactura esbelta para incrementar la productividad en el proceso productivo de la empresa Arena Confecciones”, realizada por Remigio Alberto Yépez Vaca de la Universidad Tecnológica Equinoccial de Quito. Esta tesis, es la primera investigación que se cuenta de Lean aplicado al sector confecciones y resulta importante ya que se analizan todas las actividades del flujo productivo e identifican los desperdicios básicos que la afectan, para posteriormente aplicar las herramientas que más se ajustan a

la realidad de la empresa, es decir 5's y Pull System, mediante las cuales se minimizan los mismos.

Por otro lado, en la Universidad de EAFIT, Bogotá se encontró un proyecto realizado en el 2010 llamado “*Benchmarking* sobre Manufactura Esbelta en el sector de la confección de la ciudad de Medellín, Colombia”. Autores: Juan Gregorio Arrieta Posada, Victoria Eugenia Botero Herrera y María Jimena Romano Martínez. En este proyecto se muestran los resultados de un *Benchmarking* entre diferentes empresas de confecciones, el cual se evalúa el grado de implementación de la Manufactura Esbelta en sus diferentes procesos productivos. Dado que el sector de confecciones de Medellín tiene características muy similares a las de nuestro país, aportará información básica de la necesidad que tienen las empresas de este sector de implementar técnicas propias de *Lean Manufacturing*.

En cuanto a Investigaciones y propuestas de mejora en el sector confecciones de Perú, se ha encontrado “Análisis y propuesta de mejora del proceso productivo de una línea de confección de ropa interior en una empresa textil mediante el uso de herramientas de Manufactura Esbelta”, elaborada por Samir Alexander Mejía Carrera de la PUCP, 2013. En dicha tesis se muestra la mejora de la eficiencia de las líneas de confección, mediante la aplicación de la metodología 5's, mantenimiento autónomo y SMED, ya que según el análisis del mapa de flujo de valor se identifican como principales problemas el desorden, el alto tiempo de búsqueda de herramientas y tiempos de parada de máquina altos y frecuentes. Esta

propuesta de mejora va a brindar aporte importante a este proyecto, ya que la optimización de la eficiencia de las líneas es medida bajo la OEE (por las siglas en inglés de *Overall Equipment Effectiveness*) que involucra aspectos de calidad, rendimiento y disponibilidad de las líneas de confecciones, que son las mismas variables definidas en este proyecto.

A su vez, se ha encontrado un artículo de investigación titulado “Propuesta de aplicación de conceptos de Manufactura Esbelta a una línea de producción de costura de una empresa de confecciones de tejido de punto para exportación”, elaborado por Edgardo Gabriel Carvallo Munar de la Escuela de Postgrado de la Universidad Peruana de Ciencias aplicadas en el 2014. Este artículo presenta una propuesta de aplicación de conceptos de manufactura esbelta a una línea de producción de costura, con el objetivo de reducir lead times, demoras e inventarios en proceso. Mediante la utilización de mapas de cadena de valor y un enfoque de los siete desperdicios, se realiza el diagnóstico de la empresa, identificando los desperdicios a lo largo del proceso para finalmente presentar la propuesta de mejora. Esta investigación resulta importante, ya que en el presente trabajo se aplicará la misma metodología de análisis, diagnóstico actual, diseño e implementación de la propuesta de mejora.

Cada vez son más las oportunidades en las que los estudiantes de ingeniería industrial buscan proponer mejoras a través de la filosofía lean. Es por eso que este proyecto busca diseñar propuestas para lograr que las

empresas de confecciones sean más competitivas, apoyándose en los artículos y propuestas anteriores.

2.2. MARCO TEÓRICO

Dado que el proyecto se basa en la aplicación de conceptos y herramientas de *Lean Manufacturing* a un módulo de producción de costura para la reducción de costos de la No Calidad generados en dicha área, es pertinente definir dichos conceptos y herramientas, describir los sistemas de producción que usualmente se aplican en el proceso de costura, así como definir conceptos de los Costos de la Calidad.

2.2.1. LEAN MANUFACTURING

2.2.1.1. Definición

Lean Manufacturing es una filosofía de trabajo, basada en las personas, que define la forma de mejora y optimización de un sistema de producción focalizándose en identificar y eliminar todo tipo de “desperdicios”, definidos éstos como aquellos procesos o actividades que usan más recursos de los estrictamente necesarios, por los cuales el cliente no está dispuesto a pagar⁴.

⁴ Juan Carlos Hernández Matías & Antonio Vizán Idolpe. “Lean Manufacturing: Conceptos, técnicas e implantación”, 2013. Página 10

Su objetivo final es el de generar una nueva CULTURA de la mejora basada en la comunicación y en el trabajo en equipo; para ello es indispensable adaptar el método a cada caso concreto. La filosofía Lean no da nada por sentado y busca continuamente nuevas formas de hacer las cosas de manera más ágil, flexible y económica. La cultura Lean no es algo que empiece y acabe, es algo que debe tratarse como una transformación cultural si se pretende que sea duradera y sostenible, es un conjunto de técnicas centradas en el valor añadido y en las personas.

2.2.1.2. Orígenes

El punto de partida de la producción Lean es la producción en masa. Durante la primera mitad del siglo XX se contagió a todos los sectores la producción en masa, inventada y desarrollada en el sector del automóvil, que encontró en el fordismo y el taylorismo su máxima expresión. En la lógica taylorista de la división del trabajo, cada fábrica, departamento o sección persigue su objetivo específico sin molestarse en buscar prioritariamente la optimización del conjunto de la producción, que es, sin embargo, el único enfoque inteligible por parte del cliente o del consumidor. Crecen así los lotes de producción, se acumulan los stocks y el ciclo de producción se alarga.

Tras el crack de 1929, Estados Unidos sufrió una crisis de sobreproducción, manifestada en un subconsumo de masas frente a la capacidad productiva real de la sociedad, lo que hizo necesaria la

implementación de ajustes que dieron paso al establecimiento del *fordismo*. En el fordismo el control del trabajo viene dado por las normas incorporadas al dispositivo automático de las máquinas, o sea, el propio movimiento de las máquinas. El trabajo se simplifica al lograr la división del mismo, la fabricación de productos estandarizados y en grandes series se convierte en la norma y el resultado es una mayor producción y una aparente combinación de incremento de la productividad y de los beneficios de intensidad en el trabajo.

La ruptura con estas técnicas se produce en Japón, en donde se encuentra el primer germen recocado con el pensamiento *Lean*. En 1902, Sakichi Toyoda, inventó un dispositivo que detenía el telar cuando se rompía el hilo e indicaba con una señal visual al operador que la maquina necesitaba atención. Este sistema de “automatización con un toque humano” permitió separar al hombre la máquina. Con esta simple y efectiva medida un único operario podía controlar varias máquinas, lo que supuso una tremenda mejora de la productividad que dio paso a una preocupación permanente por mejorar los métodos de trabajo.

Después de la segunda guerra mundial, en este entorno de “supervivencia”, la compañía Toyota fue la que aplicó más intensivamente la búsqueda de nuevas alternativas “prácticas”. En ese momento, dos jóvenes ingenieros de la empresa, Eiji Toyoda (sobrino de Kiichiro) y Taiicho Ohno, al que se le considera el padre del *Lean Manufacturing*, visitaron las empresas automovilísticas americanas. Por

aquel entonces el sistema americano propugnaba la reducción de costes fabricando vehículos en grandes cantidades pero limitando el número de modelos. Observaron que el sistema rígido americano no era aplicable a Japón y que el futuro iba a pedir construir automóviles pequeños y modelos variados a bajo coste. Concluyeron que esto solo sería posible suprimiendo los stocks y toda una serie de despilfarros, incluyendo los de aprovechamiento de las capacidades humanas.

A partir de estas reflexiones, Ohno estableció las bases del nuevo sistema de gestión JIT/Just in Time (Justo a tiempo). El sistema formulaba un principio muy simple: “producir solo lo que se demanda y cuando el cliente lo solicita”. Las aportaciones de Ohno se complementaron con los trabajos de Shigeo Shingo, también ingeniero industrial de Toyota, que estudió detalladamente la administración científica de Taylor y teorías de tiempos y movimientos de Gilbreth. Entendió la necesidad de transformar las operaciones productivas en flujos continuos, sin interrupciones, con el fin de proporcionar al cliente únicamente lo que requería, focalizando su interés en la reducción de los tiempos de preparación. Sus primeras aplicaciones se centraron en la reducción radical de los tiempos de cambio de herramientas, creando los fundamentos del sistema SMED. Al amparo de la filosofía JIT fueron desarrollándose diferentes técnicas como el sistema Kanban, Jidoka, Poka–Joke que fueron enriqueciendo el sistema Toyota.

Después de la crisis del petróleo en 1973, el gobierno Japonés fomentó la extensión de este modelo a otras empresas del país.

Sin embargo, no es hasta principios de la década de los 90, cuando el modelo japonés tiene “un gran eco” en occidente, a través de la publicación de “La máquina que cambió el mundo” de Womack, Jones y Roos. En este libro se sintetiza el “Programa de Vehículos a Motor” que se realizó en el MIT (Massachusetts Institute of Technology) con el fin de contrastar, de una forma sistemática, los sistemas de producción de Japón, Europa y Estados Unidos. En esta publicación se exponían las características de un nuevo sistema de producción capaz de combinar eficiencia, flexibilidad y calidad. En esta obra fue donde por primera vez se utilizó la denominación *Lean Manufacturing*.

2.2.1.3. Conceptos de valor añadido y despilfarro

- a) Valor Añadido: Es una actividad que transforma la materia prima o información para satisfacer las necesidades del cliente. Todo aquello que el cliente está dispuesto a pagar.
- b) Despilfarro: Actividades que consumen tiempo, recursos y espacio, pero no contribuyen a satisfacer las necesidades del cliente (no aportan valor al cliente). No se debe cometer el error de confundir desperdicio con lo necesario, ya que existen actividades que no añaden valor para el cliente, sin embargo se realizan porque añaden valor a la empresa, ya que son necesarias para el sistema

o proceso funcione, tales como inventarios, balances, flujos de caja, etc. El planteamiento *Lean* es optimizarlos y reducirlos a los mínimos necesarios.

2.2.1.4. Principios Lean

Según Womack (2003), hay 5 principios que sirven de guía para cambiar de sistema de producción a *Lean*:

- a) Especificación de valor: El valor es lo que satisface las necesidades de los clientes, es por lo que está dispuesto a pagar.
- b) Identificar la cadena de valor: Consiste en estudiar todas las operaciones del proceso de producción en tres niveles: desde el concepto de diseño e ingeniería hasta su lanzamiento, desde el flujo de información cuando se recibe la orden de producción hasta que se despacha y desde el flujo físico de la materia prima hasta ser elaborado como un producto terminado en las manos del cliente. Se debe hacer visible a través de un mapa de flujo de valor de información y de materiales.
- c) Flujo de pasos que generan valor: Se debe hacer que todo el proceso fluya directamente de un paso que agregue valor a otro, desde la materia prima hasta el consumidor, de modo que los problemas se puedan visualizar.

- d) Producir el “pull” del cliente: Consiste en hacer que el sistema de producción trabaje bajo los pedidos de los clientes o conforme va requiriendo la siguiente etapa del proceso.
- e) Mejora Continua y “KAIZEN”: La mejora continua se basa en la lucha persistente contra el desperdicio. El pilar fundamental para ganar esta batalla es el trabajo en equipo bajo el espíritu Kaizen. Kaizen significa “cambio para mejorar”; Kaizen es el cambio en la actitud de las personas, es la actitud hacia la mejora, hacia la utilización de las capacidades de todo el personal, la que hace avanzar el sistema hasta llevarlo al éxito.

2.2.1.5. Muda y los 8 desperdicios

El reconocimiento de los desperdicios de cada empresa debe ser el primer paso para la selección de las técnicas más adecuadas. La palabra japonesa *muda* significa “desperdicio. Ohno identificó siete fuentes de desperdicio o muda como parte de sus investigaciones en Toyota. A continuación se describirán los siete + 1 tipos de desperdicios:

1. Desperdicio por “exceso de almacenamiento”

El despilfarro por almacenamiento es el resultado de tener una mayor cantidad de existencias de las necesarias para satisfacer las necesidades más inmediatas. El hecho de que se acumule material, antes y después del proceso, indica que el flujo de

producción no es continuo. El mantenimiento de almacenes permite mantener los problemas ocultos pero nunca los resuelve.

2. Desperdicio por “sobreproducción”

El desperdicio por sobreproducción es el resultado de fabricar más cantidad de la requerida o de invertir o diseñar equipos con mayor capacidad de la necesaria. La sobreproducción es un desperdicio crítico porque no incita a la mejora ya que parece que todo funciona correctamente. Además, producir en exceso significa perder tiempo en fabricar un producto que no se necesita para nada, lo que representa claramente un consumo inútil de material que a su vez provoca un incremento de los transportes y del nivel de los almacenes.

El desperdicio de la sobreproducción abre la puerta a otras clases de despilfarro. En muchas ocasiones la causa de este tipo de desperdicio radica en el exceso de capacidad de las máquinas. Los operarios, preocupados por no disminuir las tasas de producción, emplean el exceso de capacidad fabricando materiales en exceso.

3. Desperdicio por “tiempo de espera”

El desperdicio por tiempo de espera es el tiempo perdido como resultado de una secuencia de trabajo o un proceso ineficiente. Los procesos mal diseñados pueden provocar que unos operarios permanezcan parados mientras otros están saturados de trabajo.

Por ello, es preciso estudiar concienzudamente cómo reducir o eliminar el tiempo perdido durante el proceso de fabricación.

4. Desperdicio por “transporte”

El desperdicio por transporte es el resultado de un movimiento o manipulación de material innecesario. Las máquinas y las líneas de producción deberían estar lo más cerca posible y los materiales deberían fluir directamente desde una estación de trabajo a la siguiente sin esperar en colas de inventario. En este sentido, es importante optimizar la disposición de las máquinas y los trayectos de los suministradores. Además, cuantas más veces se mueven los artículos de un lado para otro mayores son las probabilidades de que resulten dañados.

5. Desperdicio por “movimientos innecesarios”

Es cuando en los procesos de producción y áreas de servicio, los operarios tienen que realizar movimientos excesivos para tomar partes productivas, herramientas, o realizar desplazamientos excesivos para poder efectuar su operación.

6. Desperdicio por “defectos, rechazos y reprocesos”

El desperdicio derivado de los errores es uno de los más aceptados en la industria aunque significa una gran pérdida de productividad porque incluye el trabajo extra que debe realizarse como consecuencia de no haber ejecutado correctamente el proceso productivo la primera vez. Los procesos productivos

deberían estar diseñados a prueba de errores, para conseguir productos acabados con la calidad exigida, eliminando así cualquier necesidad de retrabajo o de inspecciones adicionales como efecto de la contención de problemas en lugar de su eliminación.

7. Desperdicio por “procesos innecesarios”

Hacer más de lo requerido por las especificaciones/programación del producto. Por ejemplo: poner más sello del requerido, dar puntos o cordones de soldadura donde no son requeridos, pintar áreas no necesarias, ensamblar componentes no requeridos, sobre inspeccionar características no relevantes para el cliente, surtir más material del requerido, etc.

8. Desperdicio por “recursos humanos mal utilizados”

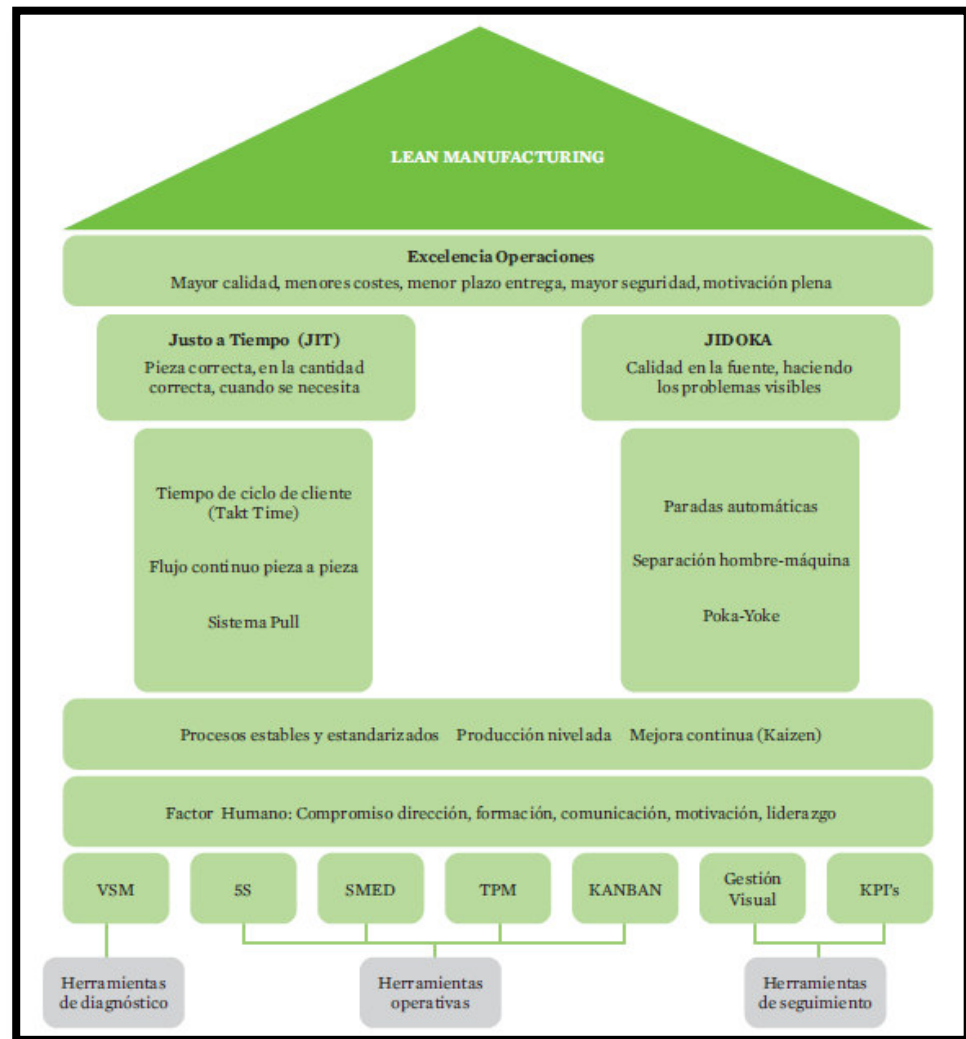
Consiste en no aprovechar los conocimientos o capacidades de las personas. Por falta de capacitación, hacerles perder tiempo, oportunidades de mejoramiento, etc. Lean plantea garantizar el flujo de información de arriba-abajo y de abajo-arriba.

2.2.1.6. Herramientas de Lean Manufacturing

Lean es un sistema con muchas dimensiones que incide especialmente en la eliminación del desperdicio mediante la aplicación de las técnicas. De forma tradicional se ha recurrido al esquema de la “Casa del Sistema de Producción Toyota” para visualizar rápidamente la

filosofía que encierra el Lean y las técnicas disponibles para su aplicación.

Figura 2.1: Adaptación de la Casa Toyota



Fuente: Juan Hernández & Antonio Vizán (2013)

En el presente capítulo se realizará una aproximación inicial a cada una de las técnicas asociadas al Lean Manufacturing, poniendo más énfasis a las técnicas a las que hace referencia la presente investigación.

a) 5's

La herramienta 5S se corresponde con la aplicación sistemática de los principios de orden y limpieza en el puesto de trabajo. El acrónimo corresponde a las iniciales en japonés de las cinco palabras que definen las herramienta y cuya fonética empieza por “S”: Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu y Shitsuke, que significan, respectivamente: eliminar lo innecesario, ordenar, limpiar e inspeccionar, estandarizar y crear hábito, según Juan Hernández & Antonio Vizán (2013).

Figura 2.2: Metodología 5's



Fuente: Elaboración propia

b) Herramientas SMED

SMED por sus siglas en inglés (*Single-Minute Exchange of Dies*), es una metodología o conjunto de técnicas que persiguen la reducción de los tiempos de preparación de máquina. Esta se logra estudiando detalladamente el proceso e incorporando cambios radicales en la máquina, utillaje, herramientas e incluso el propio producto, que disminuyan tiempos de preparación. Estos cambios implican la eliminación de ajustes y estandarización de operaciones a través de la instalación de nuevos mecanismos de alimentación/retirada/ ajuste/centrado rápido como plantillas y anclajes funcionales.

c) Estandarización

Una definición precisa de lo que significa la estandarización, que contemple todos los aspectos de la filosofía *lean*, es la siguiente: “Los estándares son descripciones escritas y gráficas que nos ayudan a comprender las técnicas y técnicas más eficaces y fiables de una fábrica y nos proveen de los conocimientos precisos sobre personas, máquinas, materiales, métodos, mediciones e información, con el objeto de hacer productos de calidad de modo fiable, seguro, barato y rápidamente” (Juan Hernández & Antonio Vizán, 2013).

La estandarización en el entorno de fabricación japonés, se ha convertido en el punto de partida y la culminación de la mejora. Partiendo de las condiciones corrientes, primero se define un estándar del modo de hacer las

cosas; a continuación se mejora, se verifica el efecto de la mejora y se estandariza de nuevo un método que ha demostrado su eficacia. En este punto reside una de las claves del pensamiento *Lean*: “Un estándar se crea para mejorarlo”.

Los estándares afectan a todos los procesos de la empresa, de manera que donde exista el uso de personas, materiales, máquinas, métodos, mediciones e información (5M +1I) debe existir un estándar. Las características que debe tener una correcta estandarización se pueden resumir en los cuatro principios siguientes:

- ✓ Ser descripciones simples y claras de los mejores métodos para producir cosas.
- ✓ Proceder de mejoras hechas con las mejores técnicas y herramientas disponibles en cada caso.
- ✓ Garantizar su cumplimiento.
- ✓ Considerarlos siempre como puntos de partida para mejoras posteriores.

d) Mantenimiento productivo total (TPM)

El Mantenimiento Productivo Total TPM (Total Productive Maintenance) es un conjunto de técnicas orientadas a eliminar las averías a través de la participación y motivación de todos los empleados. La idea fundamental es que la mejora y buena conservación de los activos productivos es una tarea de todos, desde los directivos hasta los ayudantes de los operarios. Para ello,

según Juan Hernández & Antonio Vizán (2013), el TPM se propone cuatro objetivos:

- ✓ Maximizar la eficacia del equipo.
- ✓ Desarrollar un sistema de mantenimiento productivo para toda la vida útil del equipo, que se inicie en el mismo momento de diseño de la máquina
- ✓ Implicar a todos los departamentos que planifican, diseñan, utilizan o mantienen los equipos.
- ✓ Incluye el mantenimiento autónomo de empleados y actividades en pequeños grupos.

e) Control Visual

Las técnicas de control visual son un conjunto de medidas prácticas de comunicación que persiguen plasmar, de forma sencilla y evidente, la situación del sistema de productivo con especial hincapié en las anomalías y despilfarros. El control visual se focaliza exclusivamente en aquella información de alto valor añadido que ponga en evidencia las pérdidas en el sistema y las posibilidades de mejora.

f) JIDOKA

La palabra *Jidoka* se refiere a la “automatización con un toque humano”, en contraposición a una máquina automática que sólo se mueve bajo la vigilancia y supervisión de un operador. *Jidoka* permite que el proceso tenga

su propio autocontrol de calidad. *Jidoka* no funciona sólo con el simple hecho de detectar una anomalía y parar la línea, es algo más, es corregir la condición anormal e investigar la causa raíz para eliminarla para siempre. Bravo (2011).

g) Poka Yoke

Esta herramienta es desarrollada por Shigeo Shingo después de la segunda guerra mundial, que significa “a prueba de errores” fue diseñado para enfocarse en la búsqueda de la calidad de la fuente y en la recolección de los defectos tanto como sea posible desde su frente. Shigeo (1987).

La finalidad de Poka Yoke es la eliminar los defectos en un producto ya sea previniendo o corrigiendo los errores que se presenten lo antes posible. La idea principal es la de crear un proceso donde los errores sean imposibles de realizar.

Un dispositivo Poka-yoke es cualquier mecanismo que ayuda a prevenir los errores antes de que sucedan, o los hace que sean muy obvios para que el trabajador se dé cuenta y lo corrija a tiempo.

Para ello se distinguen dos conceptos claves:

- Defectos: Son los resultados
- Errores: Son las causas de los resultados

Tipos de errores causados por factor humano en las operaciones, según Shigeo (1987):

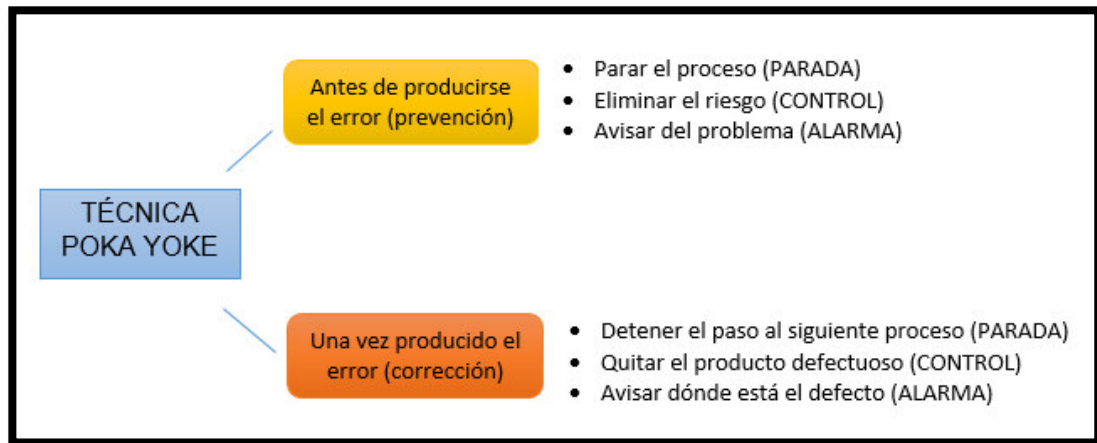
1. Olvido
2. Errores por desconocimiento

3. Errores de identificación
4. Errores de inexperiencia
5. Errores voluntarios
6. Errores por inadvertencia
7. Errores debidos a lentitud
8. Errores debidos a falta de estándares
9. Errores por sorpresa
10. Errores intencionales

Un sistema anti-errores posee dos funciones: una es hacer la inspección del 100% de las partes producidas, y la segunda es si ocurren anomalías se da retroalimentación y acción correctiva. Es decir, controlar para que todo salga correctamente y/o advertir si algo sale fuera de los límites.

Los poka-yoke se caracterizan por su simplicidad (pequeños dispositivos de acción inmediata, muchas veces sencillos y económicos), su eficacia (actúan por sí mismos, en cada acción repetitiva del proceso, con independencia del operario) y tienen tres funciones contra los defectos: pararlos, controlarlos y avisar de ellos.

Figura 2.3: Técnicas Poka Yoke



Fuente: López Mortarotti

h) Técnicas de Calidad

La garantía de alta calidad constituye un pilar extraordinariamente importante en el contexto de *Lean Manufacturing*. La calidad se entiende como el compromiso de la empresa en hacer las cosas “bien a la primera” y en todas sus áreas para alcanzar la plena satisfacción de los clientes, tanto externos como internos. El esfuerzo continuo mediante el despliegue de las técnicas de calidad es la única forma de asegurar que todas las unidades producidas cumplan las especificaciones dadas. Para alcanzar estos objetivos, Lean Manufacturing propugna un uso intensivo de las técnicas de Calidad TQM (Total Quality Management), destacando entre todas ellas los

chequeos de autocontrol, la Matriz de Autocalidad, Six Sigma, el análisis PDCA y la implantación de planes cero defectos.⁵

- **Chequeos Autocontrol**

Los autochequeos de calidad persiguen que el mismo operario que ejecuta las operaciones de fabricación se encargue de la inspección. Son un buen complemento en aquellos casos en que no es posible diseñar mecanismos anti-error que realicen un cien por cien de la inspección.

Para ello es importante la difusión de estándares, de modo que se facilite el reconocimiento de las anomalías que puedan exigir respuestas.

- **Matriz de Autocalidad**

La Matriz de Autocalidad (MAQ) es una herramienta de soporte a la calidad que permite visualizar “dónde” se producen los defectos en un proceso dado y “hasta quién llegan”. En la práctica se usa registrar los defectos con el objetivo de perseguir que se detecten allí donde se generan.

⁵ Juan Carlos Hernández Matías & Antonio Vizán Idolpe. “Lean Manufacturing: Conceptos, técnicas e implantación”, 2013. Página 58

Figura 2.4: Matriz de Autocalidad

		FASE DONDE SE PRODUCE EL DEFECTO							
		Proveedor Externo	Proveedor Interno	Fase 1	Fase 2	Fase 3	—	Fase n	Total ppm
FASE DONDE SE DETECTA EL DEFECTO	Fase 1								
	Fase 2								
	Fase 3								
	—								
	Fase n								
	Cliente interno								
	Cliente externo								
	Total ppm								
TOTAL DE PIEZAS PRODUCIDAS EN UN PERIODO							TOTAL PPM		

Objetivo: Diagonalizar la matriz aquí. Los defectos se detectan donde se producen

Fuente: Juan Hernández & Antonio Vizán (2013)

- **Six Sigma**

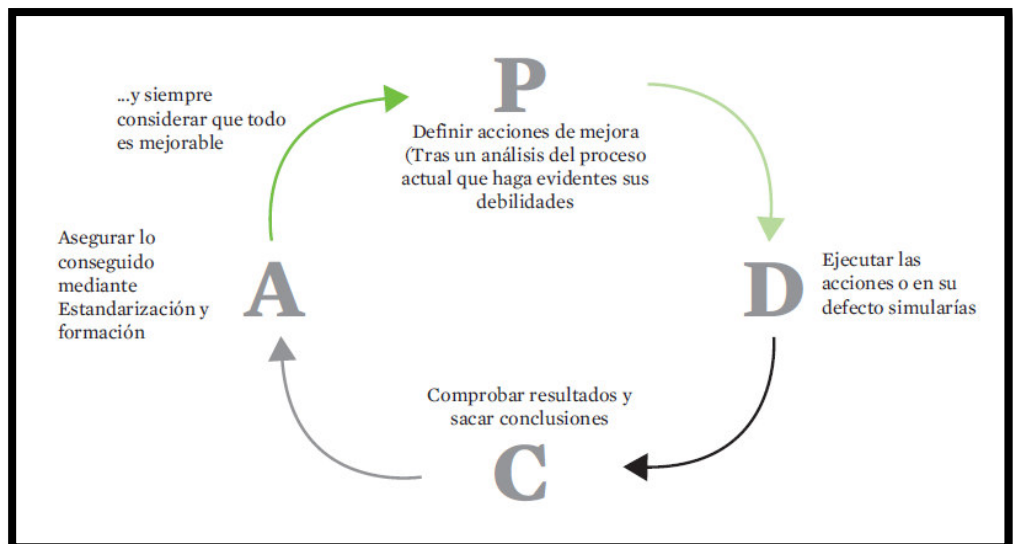
Seis Sigma es una metodología de mejora de procesos o productos, centrada en la reducción de la variabilidad de los mismos, que persigue reducir o eliminar los defectos o fallos en la entrega de un producto o servicio al cliente. La meta de Seis Sigma es llegar a un máximo de 3,4 defectos por millón de oportunidades (DPMO), entendiéndose como defecto cualquier fallo que en un producto o servicio no logre cumplir los requisitos del cliente. Utiliza técnicas estadísticas para la caracterización y el estudio de la variabilidad de los procesos. Para ello utiliza técnicas estadísticas y no estadísticas

en un proceso de cinco etapas: Definir, Medir, Analizar, Introducir Mejoras y Controlar (DMAIC).

- **PDCA**

Dentro de las técnicas de la calidad se considera que el análisis mediante el Ciclo PDCA, conocido como círculo de Deming, es una de las técnicas fundamentales a la hora de identificar y corregir los defectos. En el entorno Lean Manufacturing, el ciclo PDCA debe guiar todo el proceso de mejora continua: P (plan), diagnosticar los problemas, definir los objetivos y la estrategia para abordarlos; D (do), llevar a cabo el plan, C (control), analizar los resultados; y A (act), ajustar, aprender de la experiencia, sacar conclusiones y realizar una nueva P o pasar a la S, al estándar, si se han cubierto los objetivos.

Figura 2.5: Ciclo PDCA



Fuente: Juan Hernández & Antonio Vizán (2013)

- **Cero defectos**

El objetivo final de aplicar cualquier herramienta de la calidad es la obtención de cero defectos bajo una perspectiva que englobe los cinco elementos clave de la de las fabricas: operarios, materiales, máquinas, método e información (5M +1I).

i) Sistemas de participación de personal

Los sistemas de participación del personal (SPP) se definen como el conjunto de actividades estructuradas de forma sistemática que permiten canalizar eficientemente todas las iniciativas que puedan incrementar la competitividad de las empresas. Estos sistemas tienen como objetivo común la identificación de problemas o de oportunidades de mejora para plantear e implantar acciones que permitan resolverlos.

j) Heijunka

Según Juan Hernández & Antonio Vizán (2013), Heijunka es la técnica que sirve para planificar y nivelar la demanda de clientes en volumen y variedad durante un periodo de tiempo, normalmente un día o turno de trabajo.

Para la aplicación del Heijunka existen una serie de técnicas que, integradas en su conjunto, permiten obtener un sistema avanzado de producción con flujo constante, ritmo determinado y trabajo estandarizado, lo que proporciona unas ventajas muy significativas desde el punto de vista de la optimización de mano de obra, minimización de inventarios y tiempos de respuesta al cliente.

k) Kanban

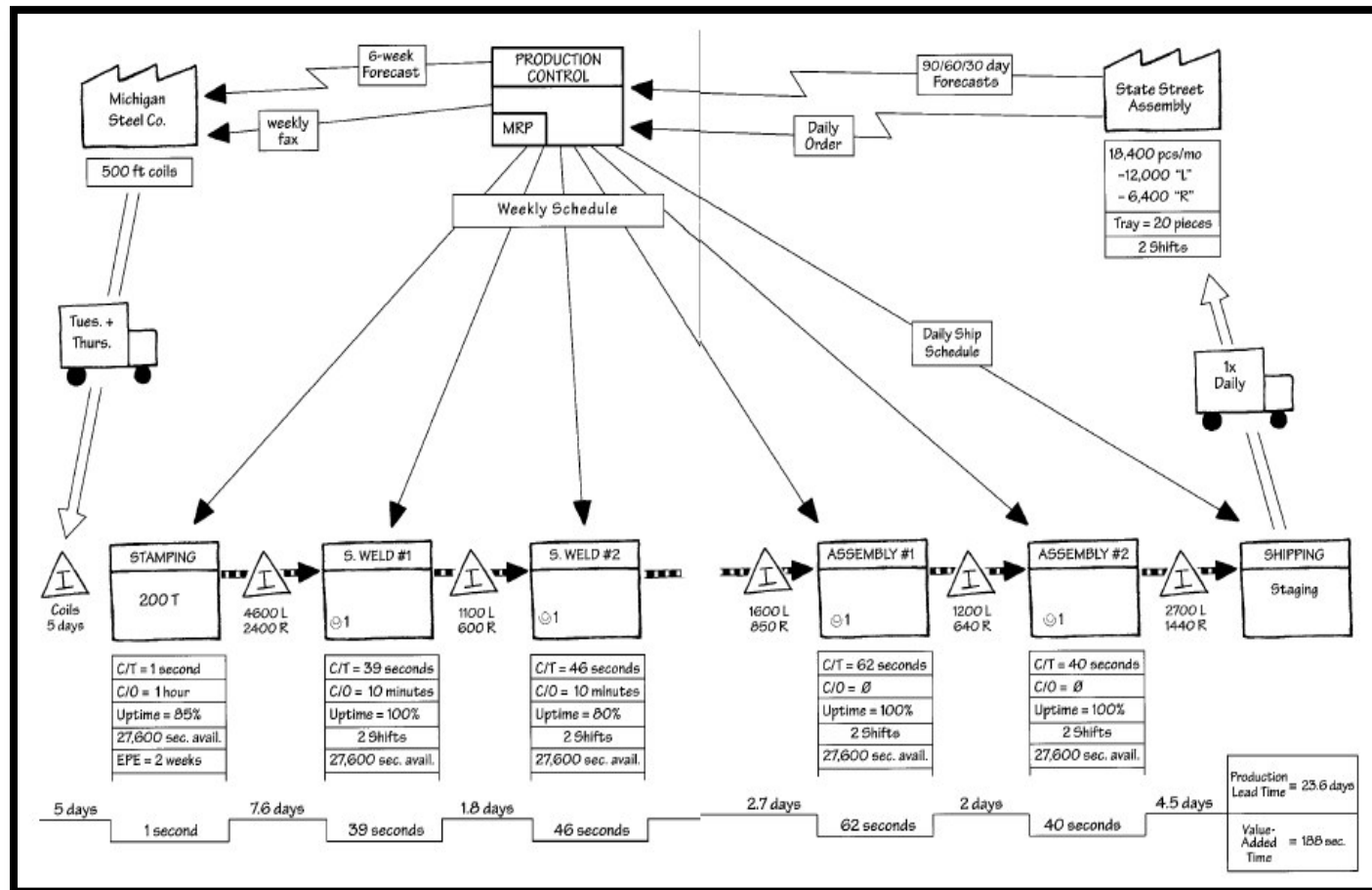
Se denomina Kanban a un sistema de control y programación sincronizada de la producción basado en tarjetas (en japonés, Kanban), aunque pueden ser otro tipo de señales. Utiliza una idea sencilla basada en un sistema de tirar de la producción (pull) mediante un flujo sincronizado, continuo y en lotes pequeños, mediante la utilización de tarjetas. El sistema consiste en que cada proceso retira los conjuntos que necesita de los procesos anteriores y éstos comienzan a producir solamente las piezas, subconjuntos y conjuntos que se han retirado, sincronizándose todo el flujo de materiales de los proveedores con el de los talleres de la fábrica y, a su vez, con la línea de montaje final. Las tarjetas se adjuntan a contenedores o envases de los correspondientes materiales o productos, de forma que cada contenedor tendrá su tarjeta y la cantidad que refleja la misma es la que debe tener el envase o contenedor.

2.2.1.7. Mapa de la cadena de valor (Value Stream Map)

El mapa de la cadena de valor es un modelo gráfico que representa la cadena de valor, mostrando tanto el flujo de materiales como el flujo de información desde el proveedor hasta el cliente. Tiene por objetivo plasmar de una manera sencilla, todas las actividades productivas para identificar la cadena de valor y detectar, a nivel global, donde se producen los mayores desperdicios del proceso.

La Figura 2.6 muestra un mapa de cadena de valor que describe el estado “actual” del sistema de producción de una empresa.

Figura 2.6: Mapa de Cadena de Valor (Estado actual)



Fuente: Rother & Shook, 1999:40

2.2.2. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE COSTURA

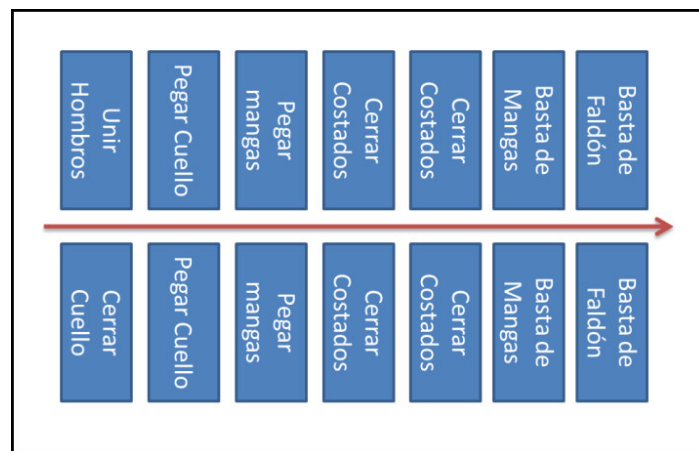
Según Carvallo Munar (2014), de acuerdo al sistema y *layout* utilizados, la producción en costura se puede realizar mediante los sistemas de prenda completa, por proceso, en línea, o modular. Cada uno tiene su propio ámbito de aplicación, ya que sus características pueden ser más o menos apropiadas al tipo de producto y demanda.

- **Sistema de prenda completa:** La fabricación de la prenda se lleva a cabo en una sola ubicación y los operarios (usualmente uno solo) realizan la confección de manera completa.
- **Sistema por proceso:** El taller o fábrica se divide en secciones o departamentos especializados en un tipo de proceso (típicamente partes, ensamble y acabados), y los diferentes productos van pasando por dichas secciones, hasta que se concluya la fabricación.
- **Sistema en línea:** Consiste en armar líneas de producción especializadas en la confección de determinados modelos, asignando puestos de trabajo según la secuencia de operaciones y el balance de línea. Normalmente se trabaja en “paquetes”, donde las piezas cortadas se agrupan en lotes de producción. Al ingresar a producción, estos paquetes se van moviendo de una operación a otra progresivamente a lo largo de la línea, hasta que en la última

operación se obtiene un paquete de prendas terminadas. Para pasar a la operación siguiente, es necesario que todas las prendas del paquete hayan sido terminadas en la operación actual, ya que la unidad de producción y el traslado no es la prenda, sino el paquete.

Los inconvenientes de este sistema son la tendencia a acumular stock en proceso y a demorar u ocultar los problemas de balance y calidad que puedan presentarse en la línea, demorando así su solución.

Figura 2.7: Línea de Producción

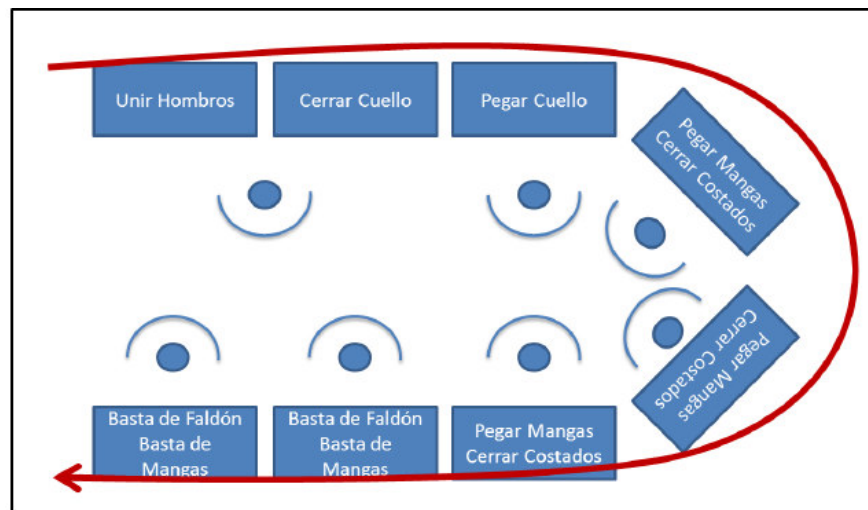


Fuente: Carvallo Munar, 2014

- **Sistema de producción modular:** El sistema modular aplica el concepto de celdas de manufactura flexibles y consiste en armar líneas de producción pequeñas con la mínima cantidad de operarios posible, e ir confeccionando las prendas una a una.

Su ventaja (y su complicación también) es que todo ocurre de manera casi inmediata, ya que el tiempo de espera relacionado con el stock en proceso desaparece (al no existir stock en proceso). Al no haber stock, ante cualquier problema en alguna operación la consecuencia inmediata será la detención de la línea, hasta que el problema sea solucionado (Ramesh, 2006).

Figura 2.8: Sistema de Producción Modular



Fuente: Carvallo Munar, 2014

2.2.3. COSTOS DE LA CALIDAD

2.2.3.1. Definición

Se entiende por costos de la calidad aquellos que son necesarios para alcanzar la calidad, surgen por la baja calidad existente o que pudiera existir: incluyen los costos directos por baja calidad para la empresa y los costos ocultos especificados por las funciones de pérdida de la calidad,

por lo que los costos de la calidad están asociados con la creación, identificación, reparación y prevención de los defectos.⁶

2.2.3.2. Clasificación de los costos de la calidad

Juran clasifica los costos de calidad en cuatro categorías:

a) Costos de Prevención

Son los costos de todas las actividades específicamente diseñadas para prevenir fallas de calidad en productos o servicios.

b) Costos de Evaluación

Son costos asociados con las actividades de medir, evaluar y auditar los productos o servicios para asegurar su conformidad a los estándares de calidad y requerimientos de desempeño.

c) Costos por Falla Interna

Son los costos resultantes de productos o servicios no conformes a los requerimientos o necesidades del cliente, antes del embarque del producto o la realización del servicio.

d) Costos por falla Externa

Son los costos resultantes de productos o servicios no conformes a los requerimientos o necesidades del cliente, después de la entrega del producto o durante y después de la realización del servicio.

⁶ Hansen y Mowen, Administración de Costos Contabilidad y Control

Figura 2.9: Componentes de los Costos de la calidad

Componentes de los Costos de Calidad	
<u>Costos de Prevención</u>	<u>Costos de Evaluación (detección)</u>
Ingeniería de calidad	Inspección de materias primas
Capacitación y Reclutamiento del personal	Inspección de producción en proceso
Planeación y ejecución de programas de trabajo	Inspección del producto terminado
Auditorías y reportes de Calidad	Inspección de empaques
Diseño de nuevos procesos	Aceptación de producto
Diseño de nuevos equipos	Aceptación de Proceso
Círculos de Calidad	Evaluaciones al equipo
Estudios de rentabilidad	Laboratorios de inspección, medición y ensayo
Investigación de mercadotecnia	Análisis e informe de inspección
Certificación selección, evaluación de proveedores	Verificación continua de los proveedores
<u>Costos por Fallas Internas</u>	<u>Costos por Fallas Externas</u>
Desechos	Ventas perdidas (relacionadas con el desempeño)
Sub-utilización de equipos	Garantías
Retrabajo (reproceso)	Descuentos concedidos por defectos
Tiempo perdido (relacionado con defectos)	Responsabilidad de producto
Reinspección	Solución de quejas
Cambios de diseño	Costos Legales
Reparaciones	
Eliminación de rechazos	

Fuente: Blocher, Cost Management: A Strategic Emphasis

2.2.3.3. Establecimiento de un sistema de costos de la calidad

Un sistema de costos de calidad es una técnica contable y una herramienta administrativa que proporciona a la alta dirección los datos que permiten identificar, clasificar, cuantificar monetariamente y jerarquizar las erogaciones de la empresa, a fin de medir en términos económicos las áreas de oportunidad y el impacto monetario de los avances del programa de mejora que está implementando la organización para optimizar los esfuerzos por lograr mejores niveles de calidad, costo y/o servicio que incrementen su competitividad y afirmen la permanencia de la misma en el mercado⁷.

⁷Colunga Dávila, Calos y Saldierna Gómez Arturo, Los costos de la Calidad

Los costos se expresan en porcentajes respecto a una base, para homologar y comparar indicadores. Se puede tomar como base de indicador las ventas netas, los costos de operación, el costo promedio del producto, etc.

Las principales características de un sistema de costos son las siguientes:

- Resume en un solo documento todos los costos de la organización y los expresa en unidades monetarias. Con el fin de permitir que la dirección conozca y evalúe los beneficios que se obtienen de un proceso de mejora en base no a la reducción de errores sino a la reducción de costos.
- Cada sistema de costos de calidad se implementa de acuerdo a las características del producto que se fabrica o del servicio principal que se presta.
- El sistema de costos de calidad no puede por sí mismo reducir los costos y/o mejorar la calidad. Es sólo una herramienta que permite a la alta dirección conocer la magnitud del problema de costos, determinar con precisión las áreas de oportunidad y evaluar los resultados de los esfuerzos en la mejora continua de la calidad.
- En un sistema de costos de calidad, es más importante la coherencia que la exactitud, ya que es un indicador aproximado de las magnitudes y de las tendencias de los costos. Su principal

finalidad es el de presentar a la dirección las áreas de oportunidad más impactante en términos económicos para que actúe sobre ellas lo antes posible. Hasta un 10% de variabilidad en la exactitud de los resultados es aceptable, siempre y cuando haya coherencia en los mismos.⁸

- Una vez instalado el sistema de costos de calidad, sus aplicación principal es la de justificar y soportar la mejora de las principales causantes del alto costo de la calidad.

⁸ Colunga Dávila, Calos y Saldierna Gómez Arturo, Los costos de la Calidad

3. CAPÍTULO III: LA EMPRESA

3.1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

3.1.1. El Producto

La empresa de estudio es una empresa de confecciones de prendas de vestir, actualmente lidera la exportación peruana de camisas y blusas finas de tejido plano⁹.

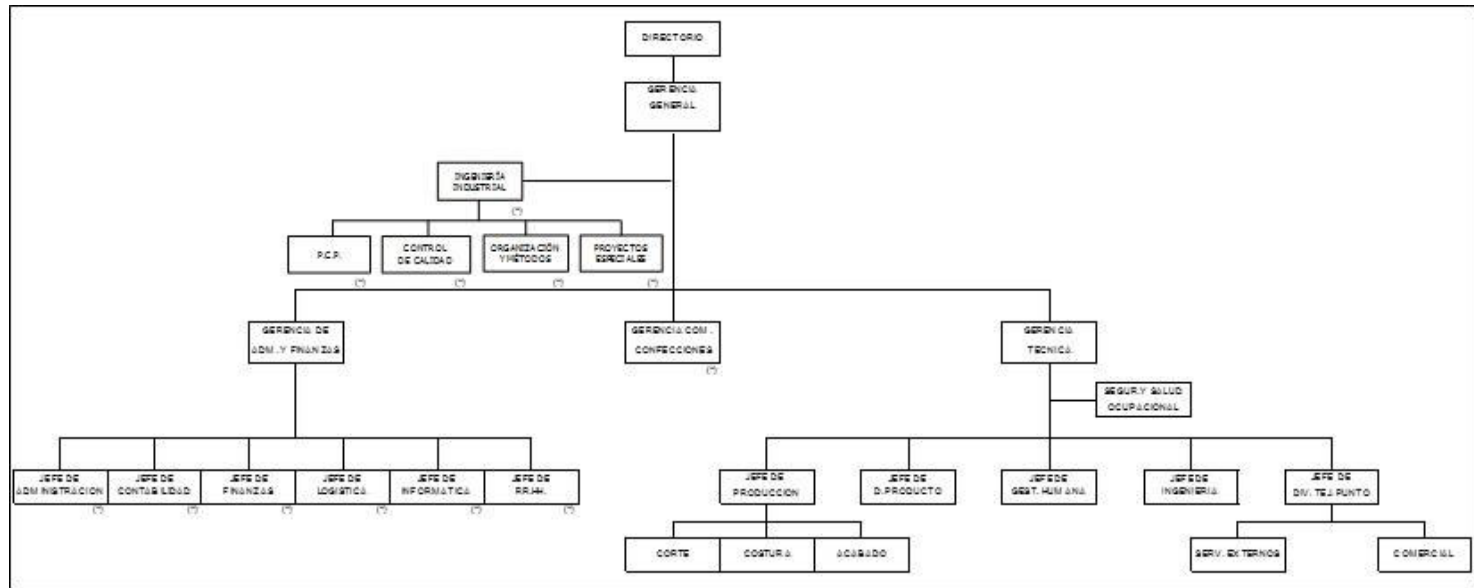
Una de sus principales características radica en la calidad de producción de sus tejidos para prendas de vestir, principalmente elaborados de algodón pima, lo que ratifica la confianza de un grupo siempre creciente de marcas internacionales de todo el mundo, además de sus marcas propias.

⁹ Es un tejido formado por medio de dos hilos principales, urdimbre y trama; la urdimbre hace referencia al hilo vertical y la trama al hilo horizontal que forma el tejido

3.1.2. La Organización

Tal como se muestra en la figura 3.1 Organigrama de la empresa, el departamento de Proyectos reporta directamente al Jefe de Ingeniería Industrial quien a su vez reporta directamente al Gerente General. Gracias a esta estructura, los proyectos se pueden realizar de manera trasversal en toda la compañía.

Figura 3.1: Organigrama



Fuente: Elaboración propia

3.1.3. Certificaciones y SGC

Actualmente cuenta con certificación ISO 9001, BASC y WRAP, por lo cual el Sistema de Gestión de Calidad (SGC) está documentado y estructurado en el Manual de Calidad, para cumplir con los requisitos de dichas normas y proporcionar las herramientas necesarias para su control y verificación.

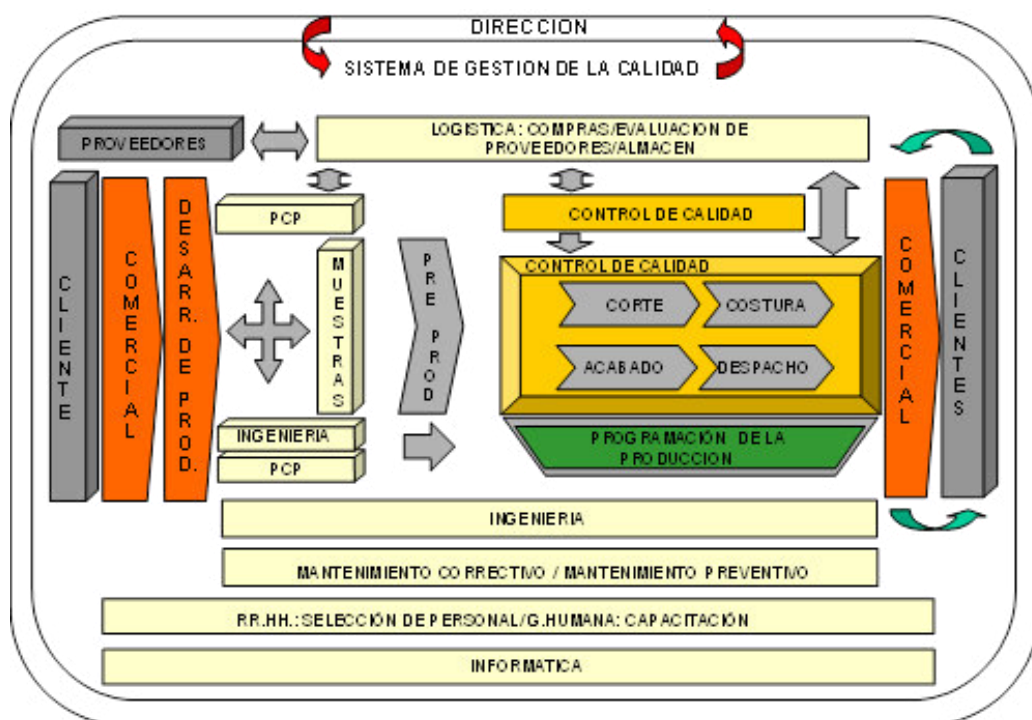
El objetivo del Manual de la Calidad es definir los requisitos del Sistema de Gestión de la Calidad, el cual está basado en la norma internacional ISO 9001 Sistemas de Gestión de la Calidad, con el fin de demostrar la capacidad que tiene la empresa para proporcionar a los clientes productos que cumplan con sus requisitos y con los objetivos establecidos dentro de la organización. Este manual se complementa con normas, procedimientos e instrucciones de trabajo documentadas, para la realización de tareas específicas y trabajos administrativos

A su vez, cuenta con un sistema de Mejora, el cual es articulado por el departamento de Proyectos, el cual presenta de proyectos concretos en cada uno de los procesos o áreas en las que se identifique la oportunidad de mejora, en el sentido de prevenir problemas, desviaciones y costos de no calidad.

3.2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROCESO PRODUCTIVO

La empresa está modelado con un enfoque a los procesos, por tal razón se ha identificado la interrelación entre ellos mediante la siguiente figura.

Figura 3.2: Interrelación de procesos



Fuente: Elaboración propia

Tal como se muestra en la figura 3.2 Interrelación de Procesos, el proceso se inicia con una orden de producción del cliente a través del departamento comercial y termina con el despacho de las prendas.

3.3. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE TRABAJO EN EL PROCESO DE COSTURA

La empresa trabaja bajo un sistema de producción modular, en el cual una de sus principales características es que la unidad de producción es una prenda, por lo cual esta se va confeccionando de una estación de trabajo a otra de manera fluida. En la tabla 3.1 se muestran los módulos de costura con los que cuenta la empresa, así como el detalle del tipo de fabricación que realizan.

Tabla 3.1: Módulos de costura

Tipo de módulo	Módulo	Tipo de confección
Módulos de pre-ensamble camisa	1	Cuellos y puños
	2	Cuellos y puños
	3	Pecheras (Ojales y botones)
Módulos de ensamble camisa	4	Ensamble de Camisas
	5	Ensamble de Camisas
	6	Ensamble de Camisas
	7	Ensamble de Camisas
	8	Ensamble de Camisas
	9	Ensamble de Camisas
	10	Ensamble de Camisas
	11	Ensamble de Camisas
	12	Ensamble de Camisas
	13	Ensamble de Camisas
	14	Ensamble de Camisas
Módulo de pantalones	15	Pantalones/Bermudas

Fuente: Elaboración propia

A continuación se describirán cada uno de los tipos de módulos de confección.

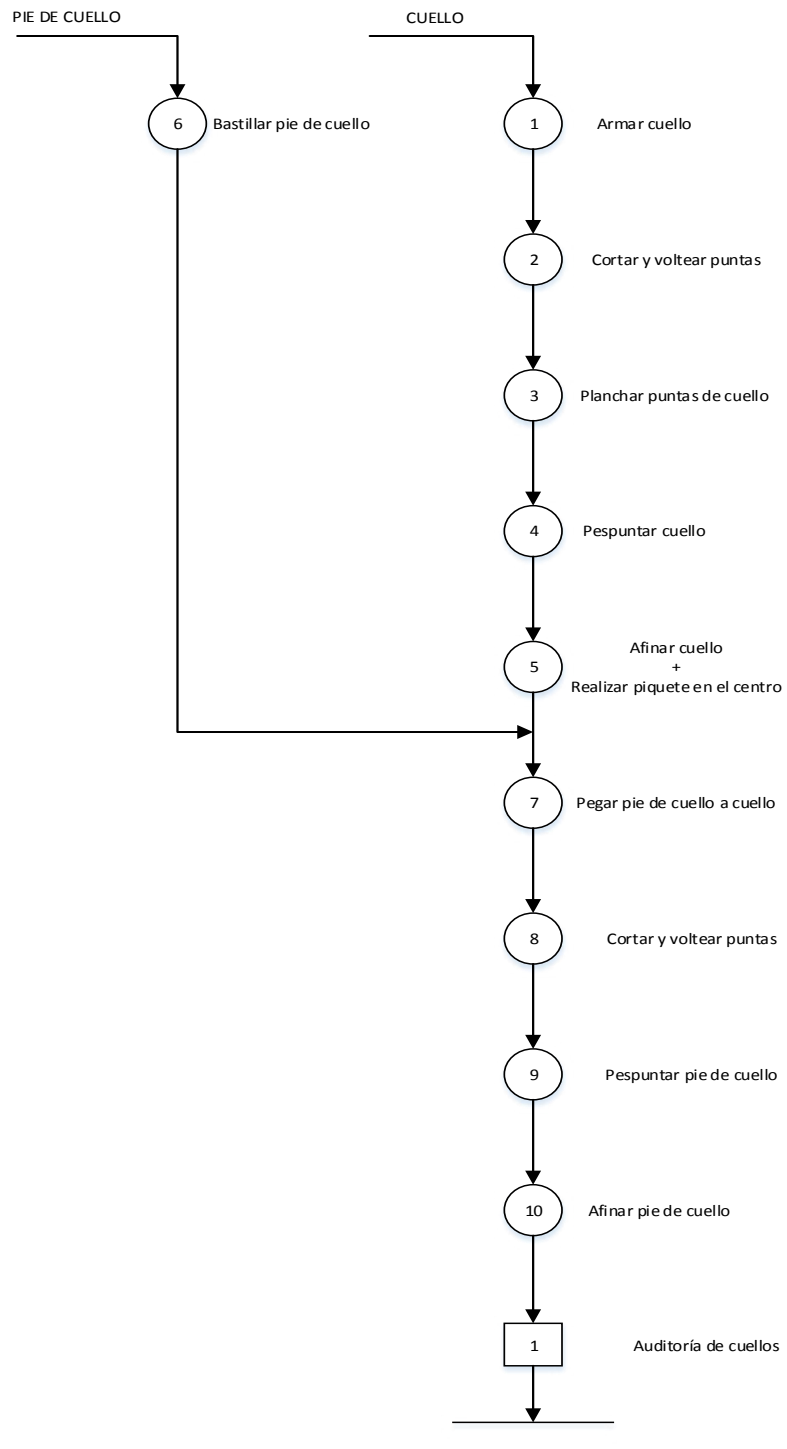
3.3.1. Módulos de pre- ensamble camisa

a) Módulos de cuellos y puños

La empresa cuenta con 02 módulos de pre-ensamble, cuyo producto final son los cuellos y puños como piezas. Cada uno de estos módulos está diseñado de manera tal que es capaz de abastecer de estas piezas pre ensambladas a 05 y 06 módulos de ensamble respectivamente.

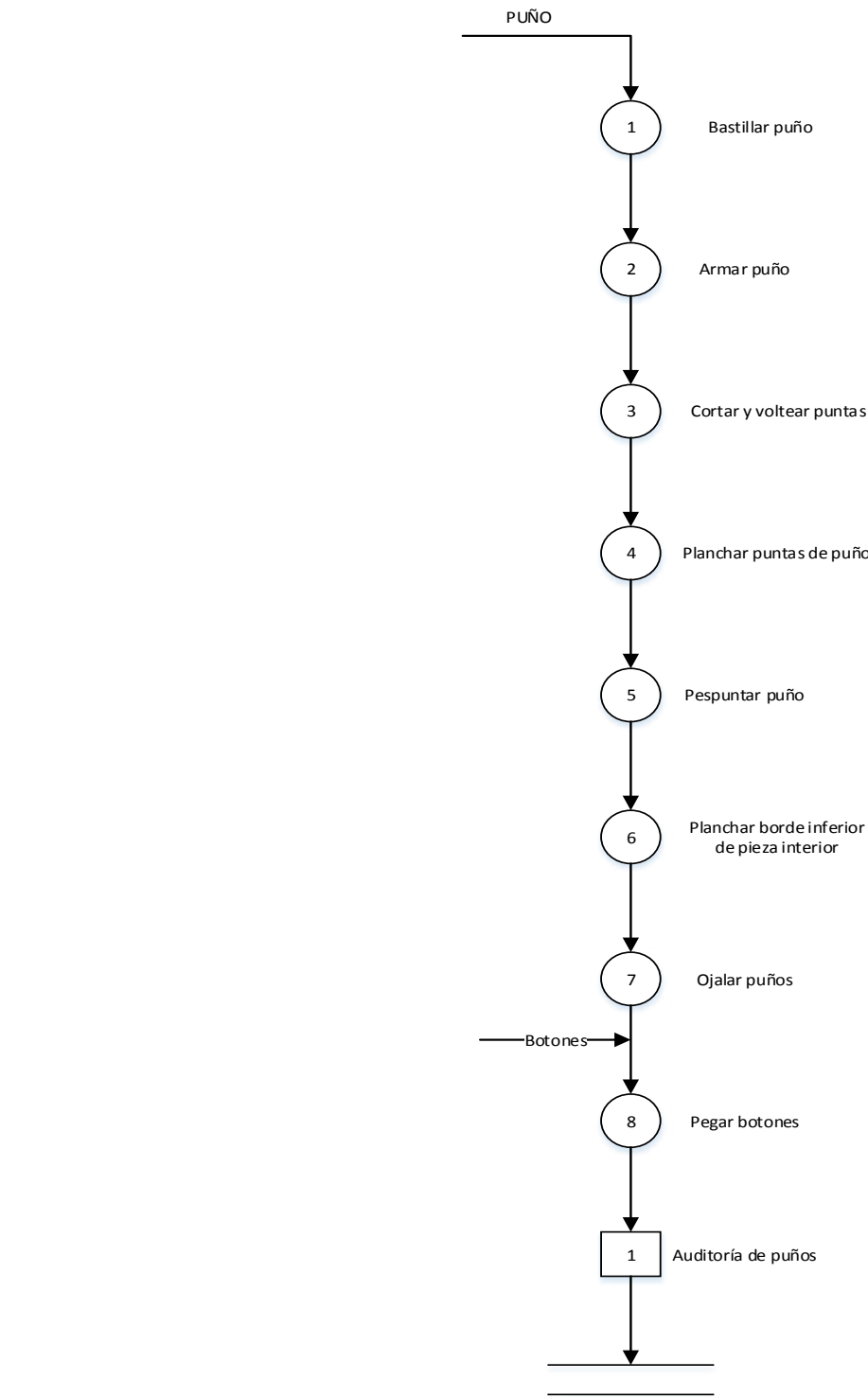
La confección de los cuellos y puños de la prenda en referencia se realiza mediante las operaciones mostradas en el diagrama de la Figura 3.3 y Figura 3.4 respectivamente. A su vez, el balance de línea se lleva a cabo en base a la hoja de operaciones y tiempos que emite el departamento de ingeniería industrial. El tiempo estándar típico para la confección de cuellos y puños de una camisa clásica, se muestra en la tabla 3.2 y Tabla 3.3. La prenda de referencia tiene, como se puede apreciar, 3.4141 minutos para la confección del cuellos y 3.6981 para la confección de los puños.

Figura 3.3: DOP de la confección de cuellos



Fuente: Elaboración propia

Figura 3.4: DOP de la confección de puños



Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.2: Secuencia de operaciones (cuello)

CUELLO	
OPERACIÓN	T. STD
Armar cuello fusionado Listado (2pzas)	0.56
Cortar/Voltar puntas de cuello + ins puntas	0.213
Planchar puntas de cuello	0.268
Pespuntar cuello + recoger cadena	0.4185
Afinar cuello + piquete en centro	0.216
Bastillar pie de cuello fusionado + recoger cadena.	0.169
Pegar pie de cuello a cuello	0.61
Recortar/voltar/rayar puntas de pie de cuello	0.286
Pespuntar pie de cuello	0.2806
Afinar pie de cuello - máquina remalladora	0.146
Auditoría de cuellos	0.247
Tiempo total min/pda	3.4141

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.3: Secuencia de operaciones (Puños)

PUÑOS	
OPERACIÓN	T. STD
Bastillar puño fusionado + recoger cadena	0.383
Armar puño recortado (2pzas)	0.94
Voltar y rayar puños de puntas recortadas	0.34
Planchar puño de puntas recortadas	0.277
Pespuntar puño recortado	0.678
Planchar borde inferior de puños-pza interior	0.288
Ojalar puños (2) (1 x puño)	0.2671
Pegar botón a puño (2 x puño)	0.278
Auditoría de puños	0.247
Tiempo total min/pda	3.6981

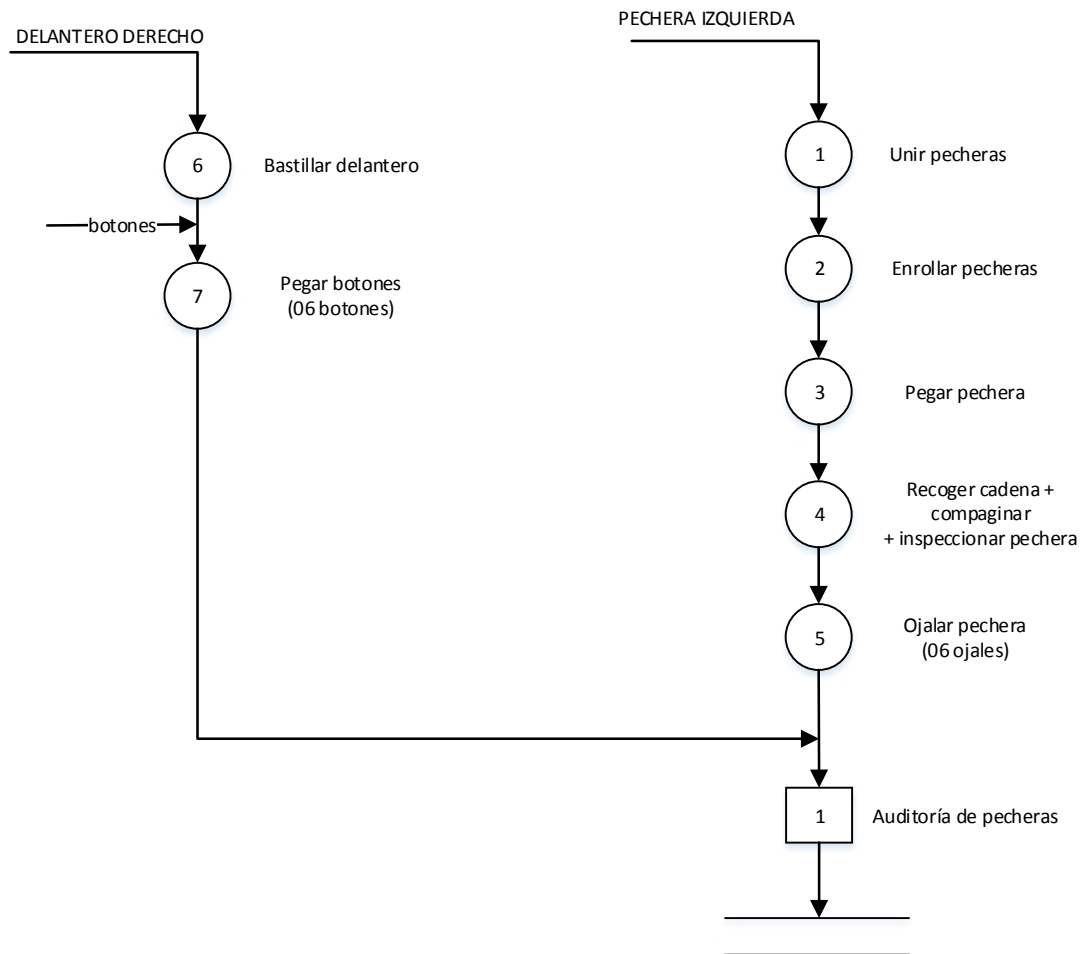
Fuente: Elaboración propia

b) Módulos de pecheras (ojales y botones)

La empresa cuenta con 01 módulo de pre-ensamble, cuyo producto final son las pecheras. A su vez este módulo se subdivide

en 02, el primero confecciona las pecheras izquierdas (lado ojal) y el segundo las pecheras derechas (lado de los botones). Este módulo está diseñado de manera tal que es capaz de abastecer de estas piezas pre ensambladas a los 11 módulos de ensamble. La confección de las pecheras de la prenda en referencia se realiza mediante las operaciones mostradas en el diagrama de la Figura 3.5. A su vez, el balance de línea se lleva a cabo en base a la hoja de operaciones y tiempos que emite el departamento de ingeniería industrial. El tiempo estándar típico para la confección de cuellos y puños de una camisa clásica, se muestra en la tabla 3.4 y Tabla 3.5. La prenda de referencia tiene, como se puede apreciar, 1.8058 minutos para la confección de la pechera izquierda y 0.7955 para la pechera derecha; cabe resaltar que se ha considerado una única auditoría (en la pechera izquierda), ya que la auditoría se realiza a ambas pecheras en simultáneo.

Figura 3.5: DOP de la confección de pecheras



Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.4: Secuencia de operaciones (Pechera izquierda)

PECHERA (LADO OJAL)	
OPERACIÓN	T. STD
Unir pecheras para pegar a delanteros	0.1647
Enrollar pecheras	0.061
Pegar pechera sobrepuesta Fusionada	0.25
Recoger cadena, compaginar e inspeccionar pechera	0.181
Ojalar delantero (8 V)	0.8491
Auditoría de delanteros y pecheras	0.3
Tiempo total min/pda	1.8058

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.5: Secuencia de operaciones (Pechera derecha)

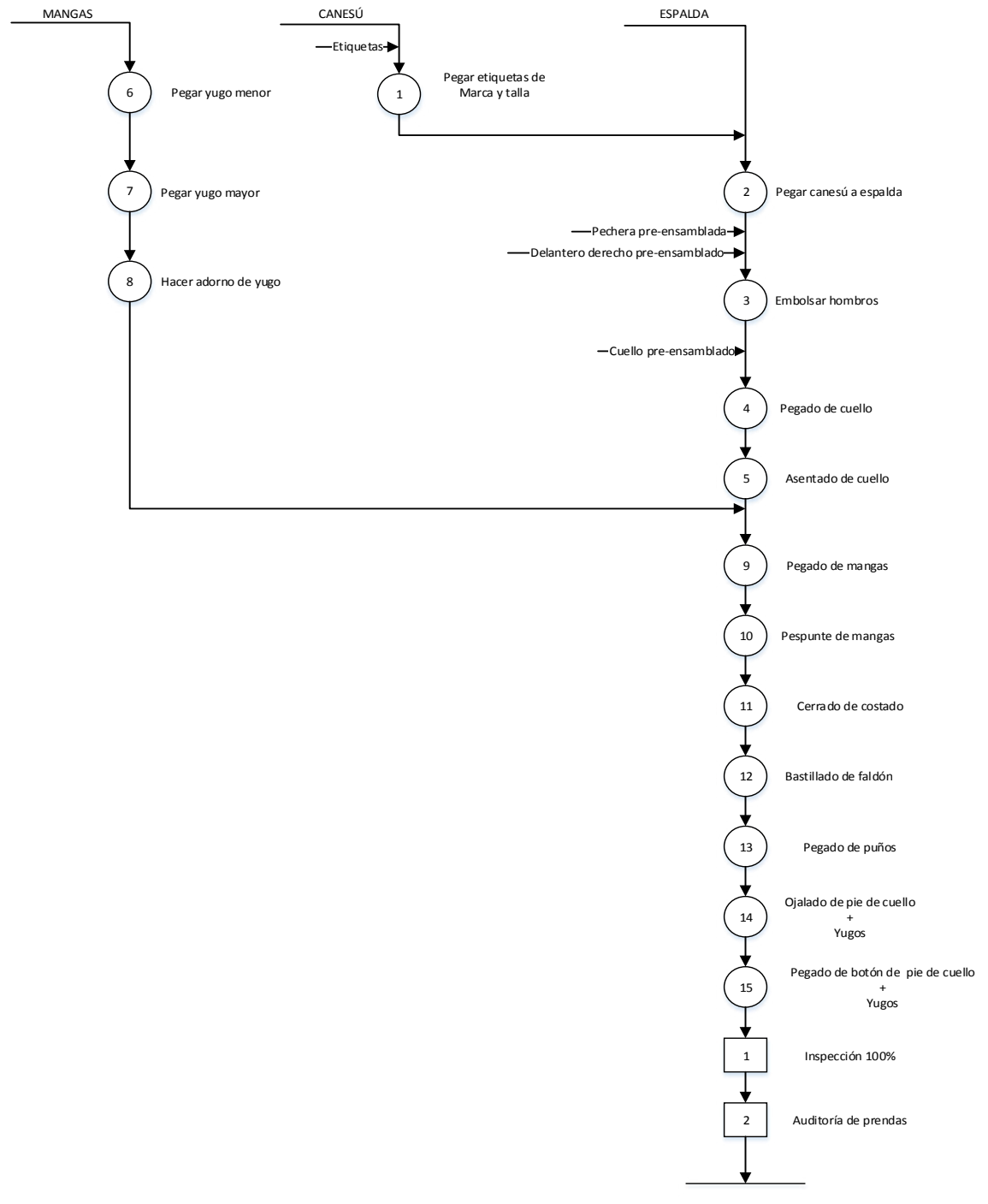
DELANTERO (LADO BOTÓN)	
OPERACIÓN	T. STD
Bastillar delantero c/dobladillador recoger cadena	0.3455
Pegar botón (08) a delantero bastillado	0.45
Auditoría de delanteros y pecheras	0
Tiempo total min/pda	0.7955

Fuente: Elaboración propia

3.3.2. Módulos de ensamble camisa

La empresa cuenta con 11 módulos de ensamble de camisería. El ensamble de una camisa clásica se realiza mediante las operaciones mostradas en el diagrama de ensamble de la Figura 3.6. Cada uno de los módulos de costura consta de entre dieciocho y veinte puestos de máquina, dos puestos de inspección final y uno de auditoría final. Así mismo el balance de línea se lleva a cabo en base a la hoja de operaciones y tiempos que emite el departamento de ingeniería industrial. El tiempo estándar para una camisa clásica se muestra en la Tabla 3.6.

Figura 3.6: DOP de ensamble de una camisa clásica



Fuente: Elaboración propia

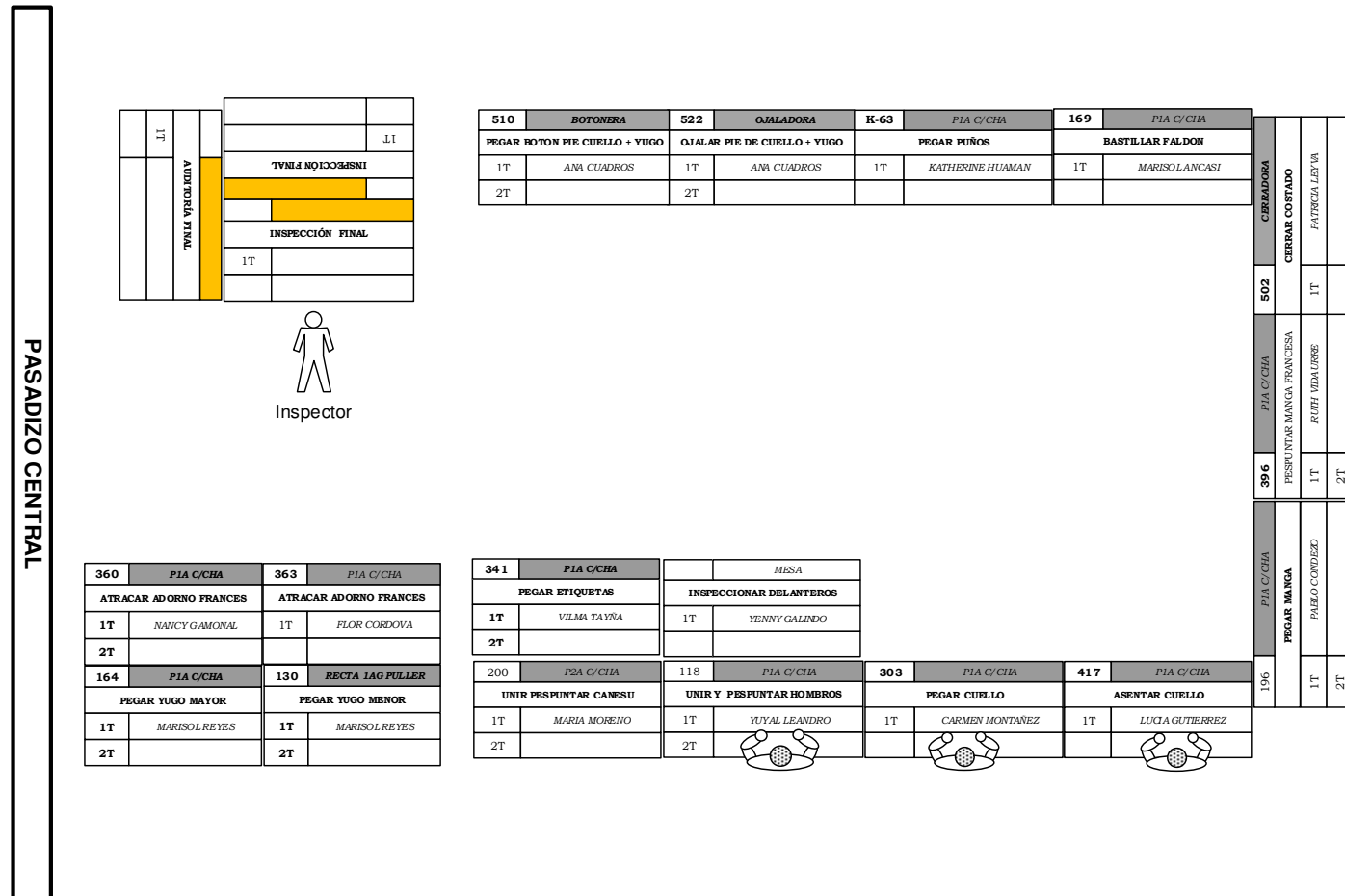
Tabla 3.6: Secuencia de operaciones- Ensamble

ENSAMBLE	
OPERACIÓN	T. STD
Pegar etiqueta (1) a canesú insert 01 etq en borde inf (4lados)	0.45
Unir y respuntar canesú en espalda	0.9085
Pegar yugo exterior	0.524
Pegar yugo interior	0.5
Atracar yugo francés, triangular (2 pzas)	1.069
Embolsar y respuntar hombros	0.95
Pegar cuello	0.7186
Asentar cuello	0.7264
Pegar manga francesa	1.1
Respuntar manga francesa	1.75
Cerrar costados ML Alineando unión de delantero c/espalda	1.35
Bastillar faldón redondo c/doblador	0.6113
Pegar puños formando 2 pliegues de 1/2"	1.3336
Pegar botón a Pie de cuello y yugos	0.3951
Ojalar pie de cuello y yugos	0.377
Inspeccionar prenda	1.5
Auditoría de camisa M/L c/01 bolsillo	0.78
Tiempo total min/pda	15.0435

Fuente: Elaboración propia

Cada uno de los módulos de ensamble produce un aproximado de 500 prendas/día según la cuota requerida por PCP y el balance de línea realizado por el Departamento de Ingeniería. Así mismo el Departamento de Ingeniería realiza los respectivos layout de cada uno de los módulos, los cuales se basan en el balance de línea realizado bajo un sistema modular, el cual entre otras cosas se caracteriza por su flexibilidad, pequeños lotes de producción, operarios polifuncionales y una prenda como unidad de producción. En la Figura 3.7 se muestra un layout para la confección de una camisa clásica.

Figura 3.7: Layout de un módulo de ensamble



Fuente: Elaboración propia

3.4. INSTANCIAS DE CAPACITACIÓN AL PERSONAL

3.4.1. ESCUELA DE COSTUREROS

Está dirigido al personal nuevo y orientado a la capacitación inicial de futuros costureros. Para ello, el instructor capacita al participante en conceptos básicos de costura y posteriormente lo entrena en una operación de costura específica, de acuerdo a su destreza y requerimientos de los Analistas de Ingeniería.

El proceso de entrenamiento de nuevos costureros dura aproximadamente 03 meses y es monitoreado por el Jefe de Ingeniería.

3.4.2. RE-ENTRENAMIENTO

Instancia de aproximadamente 12 a 15 personas, las cuales son polivalentes. Está orientada a cubrir los ausentismos de personal en toda la planta de costura, así como desbalances de producción. Dicho personal cuenta con un Instructor, el cual se encarga de seguir capacitando a los participantes en nuevas operaciones, para brindarle mayor flexibilidad ante los diversos requerimientos de personal.

Ante posibles excedentes de personal en un módulo de costura, originados por diversidad de modelos a trabajar; dicho personal se deriva a esta instancia, de modo que pueda ser capacitado en nuevas operaciones de costura.

Al igual que la Escuela de costureros, Reentrenamiento es monitoreado por el Jefe de Ingeniería.

3.5. DESCRIPCIÓN ACTUAL DE MÉTRICAS DEL SISTEMA

PRODUCTIVO

Con la finalidad de monitorear el desempeño actual dentro del sistema productivo, la empresa en estudio cuenta con diferentes tipos de métricas en función al área que desempeña.

A continuación, se describen los principales indicadores utilizados en el área de costura, posteriormente se analizará estos indicadores para poder maximizar su efecto en beneficio del proceso de producción y la empresa.

Tabla 3.7: Indicadores de gestión-costura

PROCESO	INDICADOR	OBJETIVO
COSTURA	$\%Cumplimiento\ del\ programa\ de\ producción = \frac{Unidades\ Producidas}{Unidades\ programadas} \times 100\%$	94%
	$\%Eficiencia\ de\ costura = \frac{\#de\ minutos\ producidos}{\#de\ minutos\ disponibles} \times 100\%$	65%
	$\%Auditorías\ Aprobadas = \frac{\#Auditorías\ Aprobadas}{\#Auditorías\ Totales} \times 100\%$	97.50%
	$\%Reprocesos = \frac{Unidades\ defectuosas}{Unidades\ producidas} \times 100\%$	14%

Fuente: Elaboración propia

Cabe resaltar que el cálculo de incentivos (bonos adicionales que reciben los operarios de costura) se relaciona directamente con el % Eficiencia, de modo tal que a partir de 65% de eficiencia del módulo, a cada operario se le asigna un %Incentivos.

4. CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

La metodología a seguir para la propuesta de implementación de herramientas Lean Manufacturing en la empresa de estudio seguirá los siguientes pasos, estructurados en dos fases:

4.1. PRIMERA FASE: ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO

- Paso 1: Selección del área a estudiar

Se ha elegido el área de producción que tenga mayor participación en Costos de la No Calidad, con el objetivo de poder originar un impacto significativo en el proceso.

- Paso 2: Desarrollo del Mapa de flujo de valor actual

Se ha diseñado el Mapa de Flujo de Valor actual (Value Stream Mapping, VSM), del proceso seleccionado en el paso anterior, con el propósito de identificar los problemas dentro de la cadena de valor.

- Paso 3: Identificación de desperdicios encontrados en el mapa de flujo de valor actual

Luego de elaborar el VSM actual, se ha procedido a identificar las mudas que afectan la cadena de valor de la familia de productos seleccionada.

- Paso 4: Desarrollo de mapa de flujo de valor futuro

El diseño del VSM futuro que consiste en la identificación de herramientas lean que ayuden a cumplir los requerimientos de calidad y tiempos de entrega que demanda el cliente. En el VSM futuro se muestran las herramientas que han sido usadas, además se determina el alcance del proyecto y las metas planteadas para el mismo.

- Paso 5: Evaluación de Factibilidad del proyecto

Luego de haber identificado las herramientas lean dentro del mapa de flujo de valor futuro, así como los desperdicios mediante el análisis de los 8 desperdicios se ha procedido a determinar si es factible o no invertir en la implementación del proyecto de acuerdo a las métricas y herramientas sugeridas en el paso 4.

4.2. SEGUNDA FASE: PROPUESTA DE MEJORA

Con el objetivo de poder conseguir las mejoras planteadas por la filosofía de la manufactura esbelta, a través de la eliminación de los problemas

priorizados en el paso anterior, se aplicará las herramientas expuestas en la primera fase.

En esta segunda etapa se utilizará la metodología PMBOK.

- a) Inicio
- b) Planificación
- c) Ejecución
- d) Supervisión y Control
- e) Cierre

5. CAPÍTULO V: ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO

5.1. SELECCIÓN DEL ÁREA A ESTUDIAR

Para poder elegir el área que deberá ser analizada dentro de la empresa de estudio, se realizó la estimación monetaria de los costos de la No Calidad Internos en un periodo de cinco meses.

El resumen de los resultados de los Costos de la No Calidad se muestra en la tabla 5.1, en la tabla 5.2 se muestra el porcentaje que representan dichos costos en el mismo periodo, mientras que en la tabla 5.3 la diversificación de los Costos internos de acuerdo al área generadora. En base a estos últimos se ha realizado un diagrama de Pareto por área generadora para determinar el área que tiene una mayor participación en la generación de los mismos.

Tabla 5.1: Costos de la No Calidad

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO
SUBTOTAL-SOBRECOSTOS EXTERNOS (\$)	\$ 2,682	\$ 2,002	\$ 1,617	\$ 1,452	\$ 1,692
SUBTOTAL-COSTOS INTERNOS (\$)	\$ 12,078	\$ 11,104	\$ 17,489	\$ 14,773	\$ 16,716
MONTO TOTAL SOBRECOSTOS (\$)	\$ 14,759	\$ 13,106	\$ 19,106	\$ 16,224	\$ 18,408
TOTAL DE MINUTOS FACTURADOS	4,349,469	3,615,592	5,518,129	5,183,965	4,666,789
INGRESO TOTAL POR MINUTOS TOTALES FACTURADOS (\$)	\$ 427,553	\$ 355,413	\$ 542,432	\$ 509,584	\$ 458,745

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 5.2: %Representativo de los costos de la No Calidad

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO
%COSTOS EXTRNOS/INGRESO POR MINUTOS FACTURADOS	0.60%	0.60%	0.30%	0.30%	0.40%
%COSTOS INTRNOS/INGRESO POR MINUTOS FACTURADOS	2.80%	3.10%	3.20%	2.90%	3.60%
%COSTOS DE LA NO CALIDAD/INGRESO POR MIN FACTURADOS	3.50%	3.70%	3.50%	3.20%	4.00%

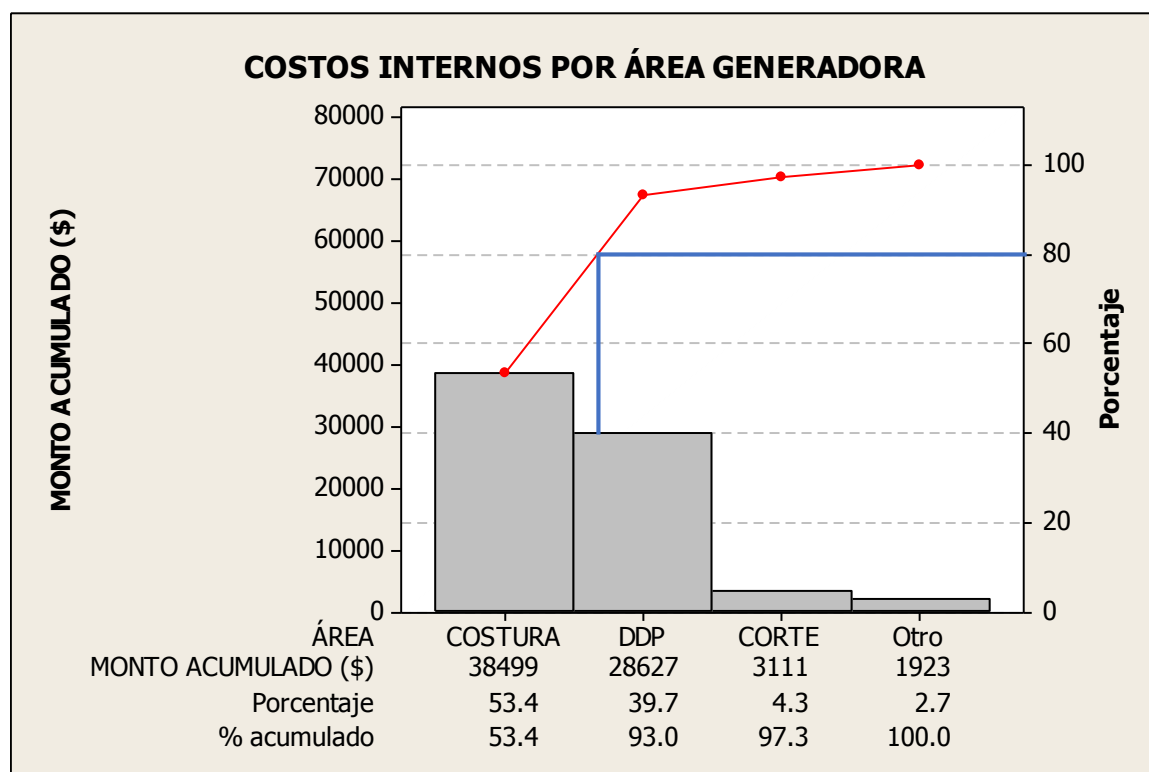
Fuente: Elaboración propia

Tabla 5.3: Costos internos por área generadora

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	TOTAL 5 MESES
CORTE	\$ 123	\$ 854	\$ 656	\$ 936	\$ 542	\$ 3,111
BORDADO	\$	\$ 575	\$	\$	\$ 82	\$ 657
COSTURA	\$ 8,607	\$ 5,192	\$ 7,543	\$ 10,095	\$ 7,062	\$ 38,499
ACABADOS	\$ 101	\$ 241	\$ 63	\$ 12	\$ 66	\$ 483
DDP	\$ 3,102	\$ 4,242	\$ 9,227	\$ 3,729	\$ 8,326	\$ 28,627
PCP	\$	\$	\$	\$	\$ 639	\$ 639
INGENIERÍA/ MANTENIMIENTO	\$ 144	\$	\$	\$	\$	\$ 144
COSTOS INTERNOS TOTALES	\$ 12,078	\$ 11,104	\$ 17,489	\$ 14,773	\$ 16,716	\$ 72,160

Fuente: Elaboración propia

Figura 5.1: Diagrama de Pareto de costos internos según área generadora



Fuente: Elaboración propia

Del diagrama de Pareto se concluye que el área con mayor participación en la generación de costos de la no calidad es la de costura, representando un 53.4% del total de costos. Por tal motivo la investigación será direccionada a dicha área.

5.2. DESARROLLO DEL MAPA DEL FLUJO DE VALOR ACTUAL

Se ha desarrollado el VSM actual del proceso de costura, con la finalidad de proporcionar una representación visual del flujo de información y materiales, para canalizar las oportunidades de mejora identificando los desperdicios que se encuentran en la cadena de valor y así mismo reducir el lead time del proceso.

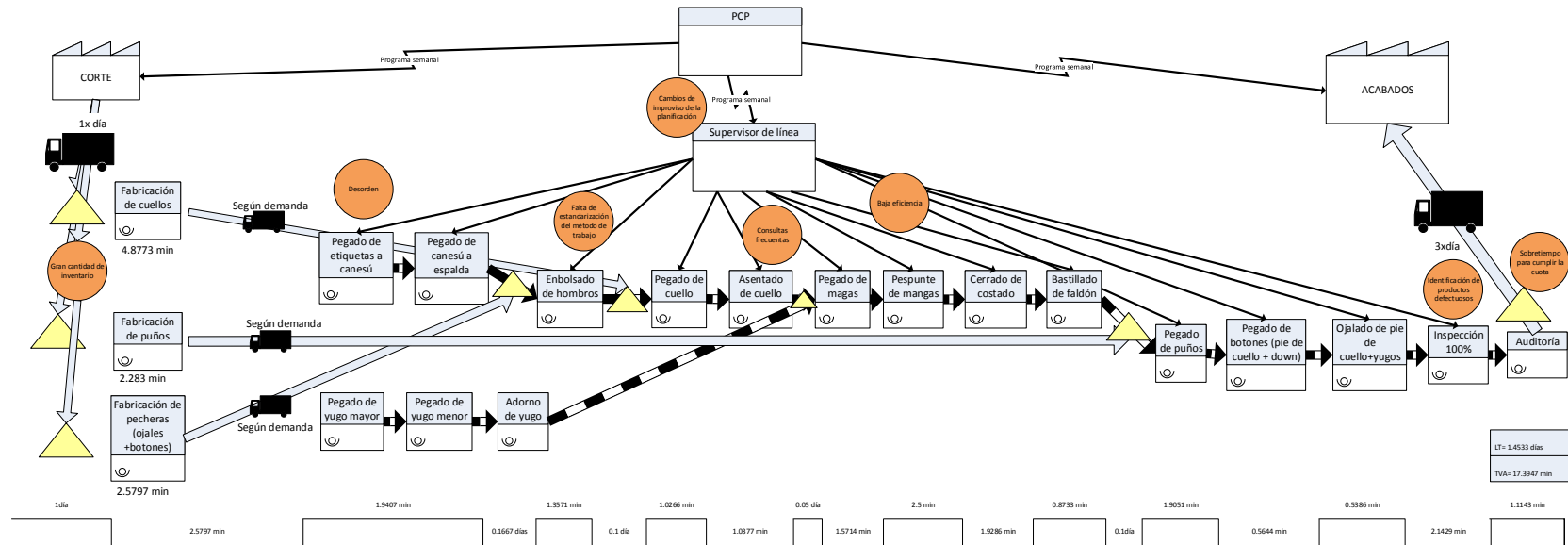
La información referente al flujo de información de la cantidad de pedidos y tiempo de entrega es proporcionada por el área de Planeamiento y control de la producción, quien realiza una planificación semanal, segmentada a su vez por días para el conocimiento de metas diarias. Con respecto al flujo de la producción, se recolecta del sistema Leadtec (software electrónico) con el cual se puede visualizar el avance de la producción en cada uno de los puestos de trabajo, así como el cumplimiento de la meta diaria y la eficiencia que ha alcanzado el módulo.

Para la obtención del tiempo de valor agregado (TVA) y de tiempo de no valor agregado (TNVA), que será escrito dentro de la escala de tiempos; se ha tomado como referencia para los tiempos operativos el promedio de las eficiencias de todos los módulos de la planta reportadas

en el sistema leadted, mientras que el tiempo de inventario ha sido obtenido mediante un estudio de tiempos. El TVA hallado es de 17.3947 min; mientras que el TNVA obtenido es de 1.4231 días, el cual representa el 97.92% del lead time total. Cabe resaltar que el un día operativo equivale a 9.6 horas de trabajo.

El TVA ha sido calculado de acuerdo a los tiempos estándares de cada operación, ya que en base a ellos se realiza la cotización al cliente. A su vez, no han sido considerados los tiempos de inspección y auditoría, ya que estos puestos han sido colocados a raíz de productos no conformes del proceso, más no generan valor para el cliente.

Figura 5.2: Mapa de Flujo de valor actual de una línea básica



Fuente: Elaboración propia

5.3. IDENTIFICACIÓN DE DESPERDICIOS ENCONTRADOS EN EL MAPA DE FLUJO DE VALOR ACTUAL

En relación al VSM (Figura 5.2) se han identificado los principales desperdicios que afectan el proceso de costura, con la finalidad de eliminarlos o en su defecto aminorar el impacto de los mismos.

Cabe resaltar que la reducción de los costos que generan estos desperdicios es vital para mantener su competitividad en el mercado.

5.3.1. Defectos

El nivel de reprocesos se obtiene en base a la inspección 100% tal como se muestra en la tabla 5.4. Uno de las principales causas de los altos índices de reprocesos es la escasa o lenta retroalimentación de problemas de calidad, ya que al ser detectados al final de la línea pese a evidenciar el problema en la primera incidencia, existen prendas en proceso que se encuentran con el mismo defecto.

Así mismo, en la tabla 5.5 se muestra el total de prendas concesionadas, pese a haber presentado algún defecto de costura. Cabe resaltar que todas las concesiones son articuladas por el Departamento de Control de Calidad quien a través del departamento Comercial, negocia la concesión de las prendas con el cliente muchas veces perdiendo parte del valor de la prenda.

Tabla 5.4: Prendas reprocesadas por defectos de costura (todos los módulos)

PERIODO: 14 MESES-2014-2015	TOTAL REPROCESADO	TOTAL REVISADO	%RECHAZO
ene-14	13419	84276	16%
feb-14	13174	83037	16%
mar-14	15355	109849	14%
abr-14	15196	84722	18%
may-14	14151	80665	18%
jun-14	15181	92371	16%
jul-14	15982	91030	18%
ago-14	15771	93319	17%
sep-14	20072	100402	20%
oct-14	15872	88216	18%
nov-14	16656	71019	23%
dic-14	16624	110824	15%
ene-15	20818	99133	21%
feb-15	17844	99134	18%

	Prom. Mensual	%Promedio
TOTAL PRENDAS REPROCESADAS	16,151	17.6%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5.5: Prendas concesionadas por defectos de costura (Todos los módulos)

MES	TOTAL CONCESIONADO	TOTAL REVISADO	%RECHAZO
oct-14	3196	88216	4%
nov-14	509	71019	1%
dic-14	2257	110824	2%
ene-15	3307	99133	3%
feb-15	1656	99134	2%

	Prom. Mensual	%Promedio
TOTAL PRENDAS CONCESIONADAS	2185	2.3%

Fuente: Elaboración propia

5.3.2. Recursos mal utilizados

Tal como se detalló en el análisis de la cadena de valor, los puestos de inspección 100% y de auditoría final no generan valor, por lo cual deben ser reducidos a lo mínimo necesario. En torno a este punto, existen 02 puestos de inspección 100% al final de la línea y 0.5 de auditoría (ya que una persona realiza la auditoría de dos módulos), los cuales han sido implementados para salvaguardar los defectos del proceso, así como posibles filtraciones de la inspección con el puesto de auditoría. Así mismo, se aumenta la carga de trabajo del personal de control de calidad, ya que debe reinspeccionar las prendas defectuosas, generando en consecuencia sobretiempos para cumplir con la cuota establecida.

De modo similar, cuando los reprocesos son masivos, se requiere de personal adicional para ejecutar el reproceso sin que se afecte el flujo de trabajo del módulo.

5.3.3. Procesos innecesarios

Los procesos innecesarios vienen derivados de los defectos, los cuales son detectados en los puestos de inspección final o auditoría de calidad. Ya que dichas validaciones de calidad se realizan al final del proceso, los defectos se detectan cuando la prenda está totalmente ensamblada, por lo que el reproceso muchas veces incluye la operación defectuosa y sus subsecuentes.

5.3.4. Movimientos innecesarios

En la empresa se encuentra estandarizado el método de costura para cada una de las operaciones a través de un video, en el cual se detalla cada uno de los movimientos necesarios para realizar la operación. Sin embargo, pese a que en el tiempo estándar de cada operación está incluido un tiempo frecuencial para realizar una autoevaluación por parte del operador, esta evaluación no se encuentra estandarizada en el video del método de trabajo, lo que genera confusión en los operadores que tienden a realizar movimientos innecesarios para realizar esta autoevaluación u obvian esta parte.

5.3.5. Espera

Tal como se deduce del análisis de la cadena de valor, del tiempo total que permanece la prenda en el módulo (1.4533 días), solamente el 2.08% corresponde al tiempo de procesamiento, mientras que el 97.92% del tiempo, la prenda se encuentra en espera de ser procesada.

Por otro lado, al no encontrarse los operarios de costura capacitados para la lectura e interpretación de la hoja de especificaciones, se generan tiempos de esperas por consultas frecuentes al Supervisor de la línea.

5.3.6. Inventarios

El inventario presente en la línea de producción guarda relación directa con el tiempo de espera analizado en el párrafo anterior. El inventario se encuentra al ingreso de las líneas tanto de pre-ensamble como de ensamble con un día de anticipación.

Así mismo se encuentra presente al ingreso de las operaciones que requieren piezas que han sido pre-ensambladas dentro o fuera del módulo. Para el resto de operaciones no se evidencian inventarios, ya que al trabajar de manera modular la prenda se va pasando de puesto a puesto, una a una, más no por paquetes.

5.3.7. Transporte

Se evidencia únicamente en el paso de piezas pre-ensambladas de módulo a módulo.

Dentro del módulo de ensamble el departamento de Ingeniería se encarga de realizar el Layout para cada estilo a trabajar, de modo que se reduzcan las distancias entre operaciones.

5.3.8. Sobreproducción

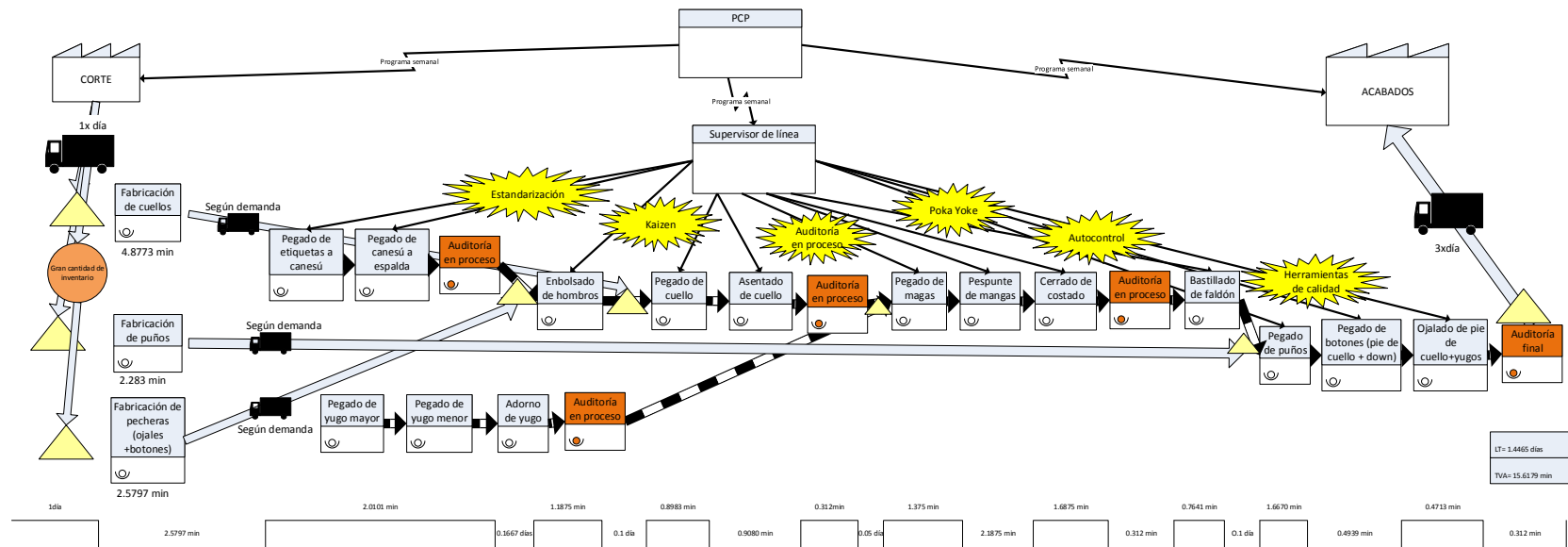
El departamento de planeamiento y control de producción es el que se encarga de la planificación de la producción, en base a lo requerido por el cliente. En torno a la cantidad a producir, se considera un adicional de 1.4% de la orden requerida por el cliente, que es el límite máximo de caída de la orden a 2da calidad.

5.4. DESARROLLO DE MAPA DE FLUJO DE VALOR FUTURO

En la figura 5.3 se muestra en VSM futuro, el cual ha sido diseñado con la finalidad de concebir un flujo de valor más eficiente y poder identificar las oportunidades de mejora que se desprenden del mismo. Tal como se muestra en la figura, se emplearán distintas herramientas Lean para contrarrestar los diferentes problemas que se hallaron en el VSM actual y en análisis de los 8 desperdicios, de modo que se eliminen las horas extras, los puestos de trabajo innecesarios, se reduzcan las No conformidades del proceso de costura y se aumente la eficiencia de los diferentes módulos.

De acuerdo con la propuesta, se espera reducir el Lead time total del proceso de 1.4533 días a 1.4465 días, mientras el tiempo de valor agregado se va a reducir de 17.3947 min a 15.6179 min, resultante del aumento de eficiencia de la línea (de 70% a 80%), así como la eliminación de los puestos de inspección final y la reubicación del puesto de auditoría, pasando de una auditoría final a una auditoría en proceso. Cabe resaltar, que no se ha considerado reducir el tiempo de espera que tienen las piezas antes de su ingreso a línea, ya que se realiza el corte de un modelo en su totalidad, stock que normalmente excede la capacidad diaria de un módulo.

Figura 5.3: Mapa de Flujo de Valor Futuro de una camisa básica



Fuente: Elaboración propia

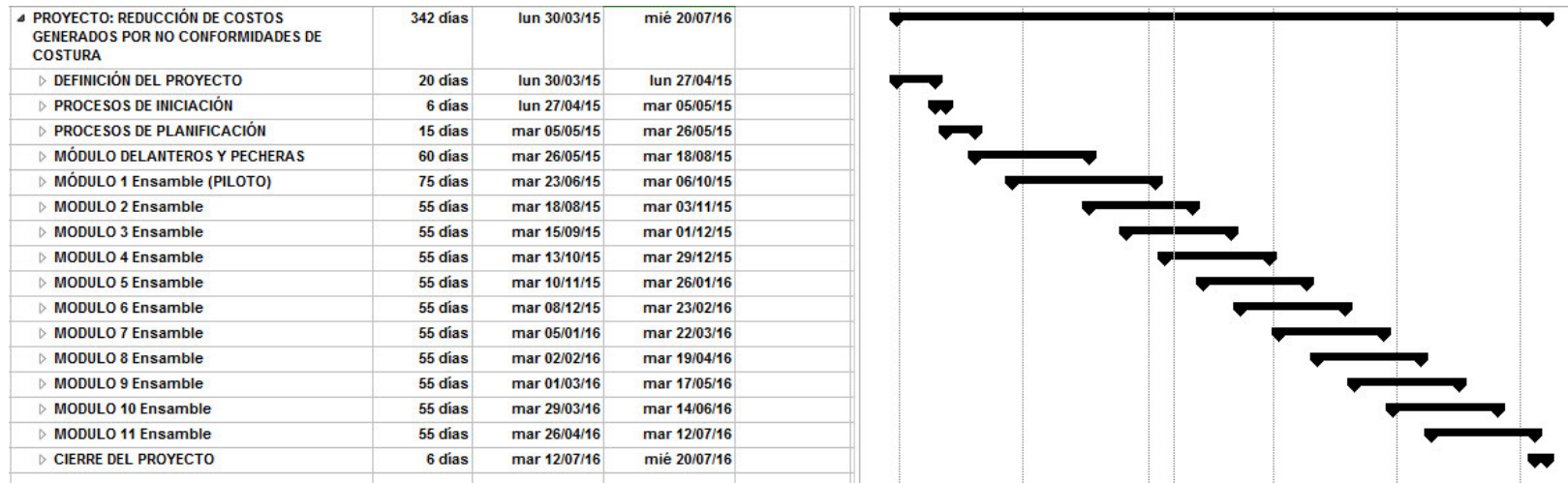
5.5. EVALUACIÓN DE FACTIBILIDAD DE LA PROPUESTA DE MEJORA

Para evaluar la factibilidad de la implementación del proyecto, según las herramientas y metodología propuesta, se ha realizado un Gantt del Proyecto el cual se muestra en la figura 5.4 y con un mayor detalle en el anexo 2. A partir del éste se ha estimado la inversión total del proyecto, la cual se muestra en la tabla 5.6 representando \$34,628 por los 16 meses de duración del proyecto.

De igual manera se ha realizado una estimación monetaria de los ahorros proyectados, los cuales se han dividido a su vez en sub grupos para una mayor exactitud y entendimiento. El resumen de los resultados se muestra en la tabla 5.7 con un ahorro anual estimado de \$181,503, mientras que el detalle del ahorro por cada subgrupo se muestra en las tablas 5.8, 5.9, 5.10 y 5.11 respectivamente.

Finalmente se ha estimado el impacto de la implementación del proyecto mediante el tiempo de retorno de la inversión, el cual es igual a 0.19 años, así mismo en base al flujo de caja proyectado, el cual se muestra en la tabla 5.13, se ha estimado un TIR de 42% y un VAN de \$11,545 tomando como referencia una tasa de 12% por la vulnerabilidad del sector textil. De acuerdo a estos resultados se determina que es factible la implementación del proyecto para el proceso delimitado por la investigación.

Figura 5.4: Gantt- Cronograma del proyecto



Fuente: Elaboración propia

Tabla 5.6: Inversión del Proyecto

CONCEPTO	CANTIDAD	INVERSIÓN	TOTAL(16 meses)
INGENIERO DE PROYECTOS	1	\$1,100	\$20,537
INSTRUCTOR	1	\$736	\$13,741
ECONOMATOS+PANELES		\$350.00	\$350.00
		TOTAL	\$34,628

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5.7: Resumen de ahorros

AHORROS POR:		AHORRO MENSUAL (\$)	AHORRO ANUAL (\$)	PROMEDIO (2014-2015)	OBJETIVO	% REPRESENTATIVO
Productos No Conformes	Reducción de Reprocesos de costura	\$ 2,502	\$ 30,025	17.6%	7.5%	16.5%
	Reducción de Prendas concesionadas	\$ 2,950	\$ 35,397	2.3%	0%	19.5%
	Subtotal PNC	\$ 5,452	\$ 65,422	19.9%		36.0%
Reducción de personal (Inspectores finales de costura)		\$ 6,576	\$ 92,064		Reducción 16 personas	50.7%
Horas Sobretiempos del personal de Calidad		\$ 2,002	\$ 24,027		Reducción 50%	13.2%
TOTAL AHORRO		\$ 14,030	\$ 181,513			

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5.8: Ahorros por reducción de reprocesos

MES	TOTAL REPROCESADO	TOTAL REVISADO	%RECHAZO
ene-14	13419	84276	16%
feb-14	13174	83037	16%
mar-14	15355	109849	14%
abr-14	15196	84722	18%
may-14	14151	80665	18%
jun-14	15181	92371	16%
jul-14	15982	91030	18%
ago-14	15771	93319	17%
sep-14	20072	100402	20%
oct-14	15872	88216	18%
nov-14	16656	71019	23%
dic-14	16624	110824	15%
ene-15	20818	99133	21%
feb-15	17844	99134	18%

	Prom. Mensual	%Promedio
TOTAL PRENDAS REPROCESADAS	16,151	17.6%
* Tiempo estimado del reproceso por prenda	2.75	min
Tiempo de reproceso (min.)	44,415	min

Tiempo calculado para una reducción de 10.1%	18,975	7.5%
--	--------	------

PERIODO: 14 MESES	Promedio Mensual 17.2%	Promedio Objetivo 7.5%	AHORRO MENSUAL
Costo (\$/min)	\$ 0.098	\$ 0.098	
Costo Total (\$)	\$ 4,368	\$ 1,866	\$ 2,502.07

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5.9: Ahorro por eliminación de concesiones

MES	TOTAL PRENDAS CONCESIONADAS	TOTAL REVISADO	%RECHAZO	COSTO
oct-14	3196	88216	4%	\$ 4,315
nov-14	509	71019	1%	\$ 687
dic-14	2257	110824	2%	\$ 3,047
ene-15	3307	99133	3%	\$ 4,464
feb-15	1656	99134	2%	\$ 2,236

*Pérdida de valor de prenda concesionada: \$1.35 (Promedio estimado por Comercial)

	Promedio Mensual	%Rechazo promedio	Objetivo	Ahorro mensual
PRENDAS CONCESIONADAS	2185	2.3%	0.0%	\$ 2,950

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5.10: Ahorro por reducción de fuerza laboral

ESTÁNDAR ACTUAL POR MÓDULO (PERSONAL C. CALIDAD)	2.5
ESTÁNDAR FUTURO POR MÓDULO	1
CANTIDAD DE MÓDULOS	11
REDUCCIÓN DE PERSONAL	16

AHORRO POR REDUCCIÓN DE PERSONAL			
CANTIDAD DE PERSONAS	BÁSICO (S/)	A.FAM.	CTO TOTAL (S/)
16	750	72	19,728.0

AHORROS:

Ahorro Mensual	\$ 6,576
----------------	----------

*Tipo de cambio: \$1= S/3.00

Costo Anual	\$ 92,064
-------------	-----------

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5.11: Ahorro por reducción de horas sobretiempo del personal de calidad

PERIODO: (2014-2015)	COSTOS POR SOBRETIEMPOS(S/)
2014	PERSONAL CONTROL DE CALIDAD
ene-14	S/. 5,230
feb-14	S/. 7,289
mar-14	S/. 6,329
abr-14	S/. 10,110
may-14	S/. 9,415
jun-14	S/. 10,848
jul-14	S/. 11,884
ago-14	S/. 11,819
sep-14	S/. 19,586
oct-14	S/. 14,540
nov-14	S/. 15,509
dic-14	S/. 12,657
SUBTOTAL	S/. 135,214
2015	
ene-15	S/. 16,872
feb-15	S/. 16,103
SUBTOTAL	S/. 32,974
TOTAL(2014+2015):14 MESES	S/. 168,188

AHORROS

Costo Mensual	S/. 12,013	\$ 4,004.48
Ahorro (Reducción 50%)	S/. 6,007	\$ 2,002.24

Ahorro Anual	S/. 72,081	\$ 24,026.88
---------------------	-------------------	---------------------

Fuente: Elaboración propia en coordinación con RR.HH

Tabla 5.12: Resumen del impacto económico

INVERSIÓN (16 MESES)	\$ 34,628
AHORRO ANUAL	\$ 181,513
RETORNO DE LA INVERSIÓN (AÑOS)	0.19

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5.13: Flujo de caja proyectado

MES	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Ahorros			\$ 1,002	\$ 2,004	\$ 3,006	\$ 4,009	\$ 5,011	\$ 6,013	\$ 7,015
Egresos	\$ 1,100	\$ 1,836	\$ 1,865	\$ 1,865	\$ 1,865	\$ 1,865	\$ 1,865	\$ 1,865	\$ 1,865
Ingresos-Egresos	-\$ 1,100	-\$ 1,836	-\$ 863	\$ 139	\$ 1,141	\$ 2,143	\$ 3,146	\$ 4,148	\$ 5,150

MES	9	10	11	12	13	14	15
Ahorros	\$ 8,017	\$ 9,019	\$ 10,021	\$ 11,024	\$ 12,026	\$ 13,028	\$ 14,030
Egresos	\$ 1,865	\$ 1,865	\$ 1,865	\$ 1,865	\$ 1,865	\$ 1,100	\$ 1,100
Ingresos-Egresos	\$ 6,152	\$ 7,154	\$ 8,156	\$ 9,158	\$ 10,161	\$ 11,928	\$ 12,930

Tasa	12%
TIR	42%
VAN	\$ 11,545

Fuente: Elaboración propia

6. CAPÍTULO VI: PROPUESTA DE MEJORA

6.1. PROCESO DE INICIACIÓN

6.1.1. DESARROLLO DEL ALCANCE DEL PROYECTO

Tal como se ha descrito en el capítulo 3, el área de costura se subdivide en 15 módulos de costura, de los cuales 14 corresponden a la familia de camisería y sólo 01 a la de pantalonería. Debido a que la familia de camisería representa el 93% de la producción total de la empresa, se va a sesgar el alcance del proyecto a dicha familia.

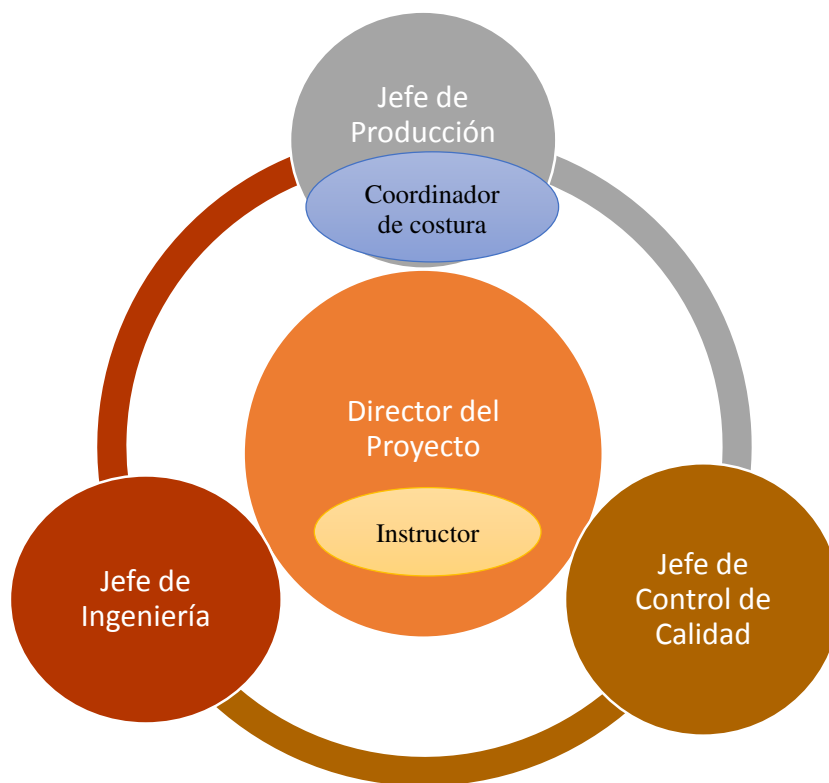
Así mismo la familia de camisería se subdivide en módulos de pre-ensamble y módulos de ensamble, siendo estos últimos los principales generadores de no conformidades al igual que el módulo de delanteros y pecheras (por su reciente constitución).

Por lo expuesto, el alcance del proyecto se ha delimitado al módulo de delanteros y pecheras (pre-ensamble) y a todos los módulos de ensamble camisa.

6.1.2. DESARROLLO DEL EQUIPO DEL PROYECTO

Debido a que el proyecto tiene alcance en el proceso de costura, el equipo del proyecto se ha constituido de la siguiente manera:

Figura 6.1: Equipo del proyecto



Fuente: Elaboración propia

El Jefe de Ingeniería a su vez, tiene a su cargo al personal de Mantenimiento, al Personal de la Escuela de costureros y el personal de Re-entrenamiento, instancias que han sido descritas en el capítulo 3.4.

6.2. PROCESO DE PLANIFICACIÓN

6.2.1. DESARROLLO DE METODOLOGÍA

Para poder definir la metodología a utilizar, es importante centrarse en los problemas a solucionar. En la figura 6.2 se muestra un resumen del análisis de los 8 desperdicios, analizados en el capítulo 5.3.

Figura 6.2: Resumen del diagnóstico de los 8 desperdicios

DEFECTOS	<ul style="list-style-type: none">• Alto índice de reprocesos.• Sobrecostos por pérdida de valor de productos concesionados.
RECURSOS MAL UTILIZADOS	<ul style="list-style-type: none">• Personal que realiza inspecciones al 100% y auditoría al final de la línea.• Personal destinado a realizar reprocesos.
PROCESOS INNECESARIOS	<ul style="list-style-type: none">• Proceso de inspección 100% (sobrecontrol al final del módulo).

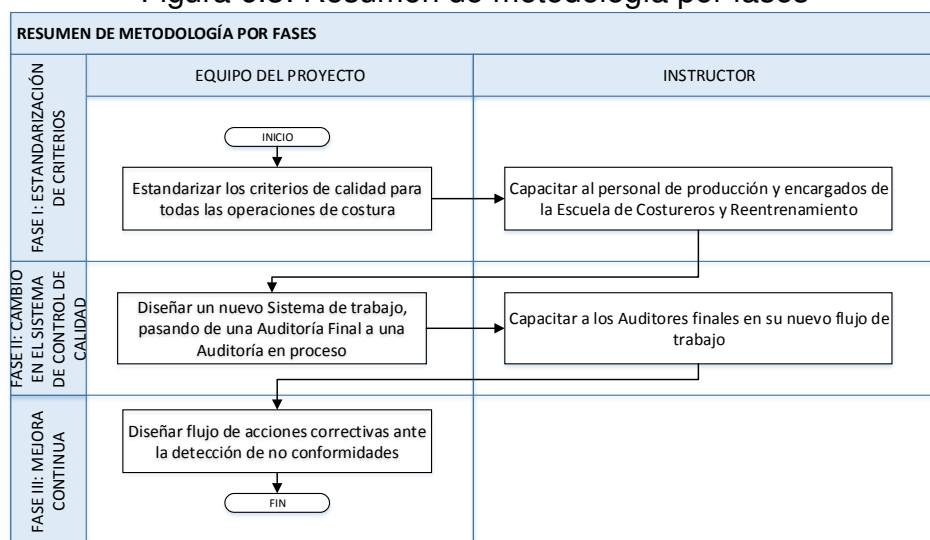
Fuente: Elaboración propia

De acuerdo al análisis realizado en el diagnóstico, cuyo resumen se ha mostrado en el grafico anterior, se han identificado dos grandes causas raíces:

- Falta de estandarización de los criterios de calidad, los cuales deben ser de conocimiento claro del personal de Producción (Supervisores y Costureros), personal de Ingeniería y personal de Control de Calidad.
- Sistema de Calidad orientado a “controlar” y no a garantizar la calidad en la fuente.

En torno a estas dos causas raíces se ha diseñado una metodología, la cual responde a la solución de dicha problemática. En el gráfico 6.3 se muestra el resumen de la metodología a aplicar por fases.

Figura 6.3: Resumen de metodología por fases



Fuente: Elaboración propia

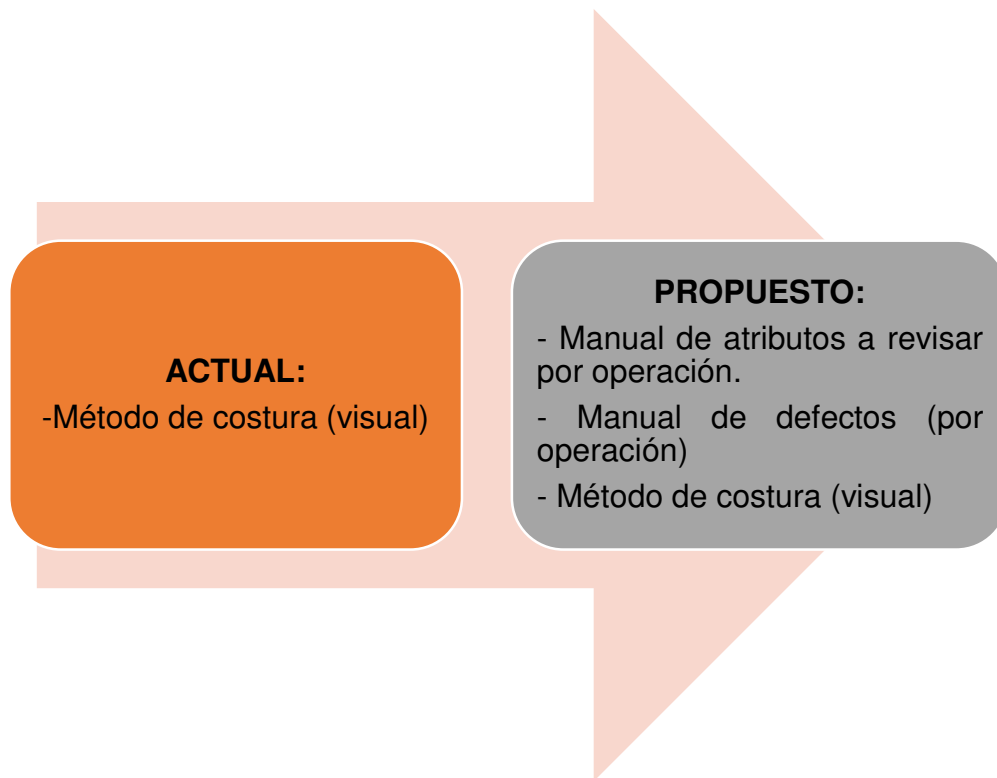
a) Fase I: Estandarización de criterios de calidad

Uno de los grandes problemas, descritos en el diagnóstico, es la falta de conocimiento de los criterios de calidad por parte de los operarios de costura; pese a que de acuerdo al sistema modular con el que se trabaja, en el tiempo estándar de cada operación se encuentra suplementado un tiempo de autoinspección.

Este problema responde a la falta de estandarización de criterios de calidad entre las áreas involucradas: Ingeniería (que realiza la capacitación al personal), Producción (como ejecutor del proceso de manufactura) y Control de Calidad (como evaluador).

Es por este motivo que la primera fase tiene como objetivo estandarizar los criterios de calidad en todas las operaciones de costura, ya que hasta el momento se tiene estandarizado únicamente el método de costura. En la figura 6.4 se muestra el diseño planteado para dicha estandarización.

Figura 6.4: Diseño de estandarización



Fuente: Elaboración Propia

- Manual de Atributos a revisar por operación: Documento en el cual se muestran las validaciones de calidad a realizar en cada una de las operaciones, así como el frecuencial de muestreo.
- Manual de defectos: Documento en el cual se visualizan los defectos más comunes en cada una de las operaciones, de modo que sean fáciles de identificar y le permita al operador evitar cometer estos errores.

- Método de costura (visual): Video en el cual se muestra el detalle del método y movimientos a realizar en cada una de las operaciones.

Cabe resaltar que debido al alcance operativo que tienen estos instructivos, se ha procurado que sean de preferencia visuales y de fácil entendimiento.

b) Fase II: Cambio en el Sistema de Control de Calidad

El objetivo de esta fase es mejorar el Sistema de Control que se maneja actualmente, pasando de una detección tardía de los defectos (al final de la línea), a una detección en la fuente por parte del operador, acompañada por una auditoría en proceso por parte del personal de Control de Calidad.

La auditoría en proceso ha de realizarse en operaciones claves, de modo que el auditor pueda revisar aproximadamente 03 operaciones en simultáneo. En los módulos de ensamble, de acuerdo a las operaciones básicas en una camisa se han establecido como puntos de control a las siguientes operaciones:

Tabla 6.1: Puntos de control propuestos

Punto de control	Operaciones a Auditar
Adorno de yugo	Pegado de yugo menor
	Pegado de yugo mayor
	Adorno de yugo
Pegado y pespunte de canesú	Pegado de etiquetas

	Pegado y pespunte de canesú
Asentado de cuello	Embolsado de hombros
	Pegado de cuello
	Asentado de cuello
Cerrado de costados	Pegado de mangas
	Pespunte de mangas
	Cerrado de costados
Ojales/Button Down	Pegado de puños
	Bastillado de faldón
	Pegado de botones
	Ojales varios

Fuente: Elaboración propia

Se ha tomado como referencia para realizar la auditoría en proceso en cada uno de estos puntos de control el modelo SPC (Control estadístico de procesos).

En la figura 6.5 se muestra el formato de Auditoría en proceso, el cual asocia una gráfica de control, el cual toma como límites de control 5% y 10%, ya que el objetivo es mantener un nivel de reprocesos promedio de 7.5%; con un plan de acciones correctivas, que es aplicado en caso se salga del límite de control superior o se tenga una tendencia ascendente de 4 tomas.

Figura 6.5: Formato de Auditoría en proceso anexo

AUDITORÍA EN PROCESO																							
OPERACIÓN		CLIENTE	ESTILO	ORDEN	MODULO	AUDITOR	FECHA																
HORA																							
D e f e c t o s	1																						
	2																						
	3																						
	4																						
	5																						
	6																						
	7																						
	8																						
	9																						
	10																						
NUMERO DE DEFECTOS: Σp																							
TAMAÑO MUESTRA: n																							
X DEFECTOS: $p - 100 \frac{\Sigma p}{n}$																							
Defectos (%)	15%																						
	14%																						
	13%																						
	12%																						
	11%																						
	10%																						
	9%																						
	8%																						
	7%																						
	6%																						
	5%																						
	4%																						
	3%																						
2%																							
1%																							
0%																							
###	¿QUE Y COMO SUCEDIÓ?	¿QUIEN Y COMO SE CORRIGIO?										SUPERT. COSTURA											
AUDITOR:																							
COORDINADOR DE COSTURA:																							

GRAFICA DE CONTROL

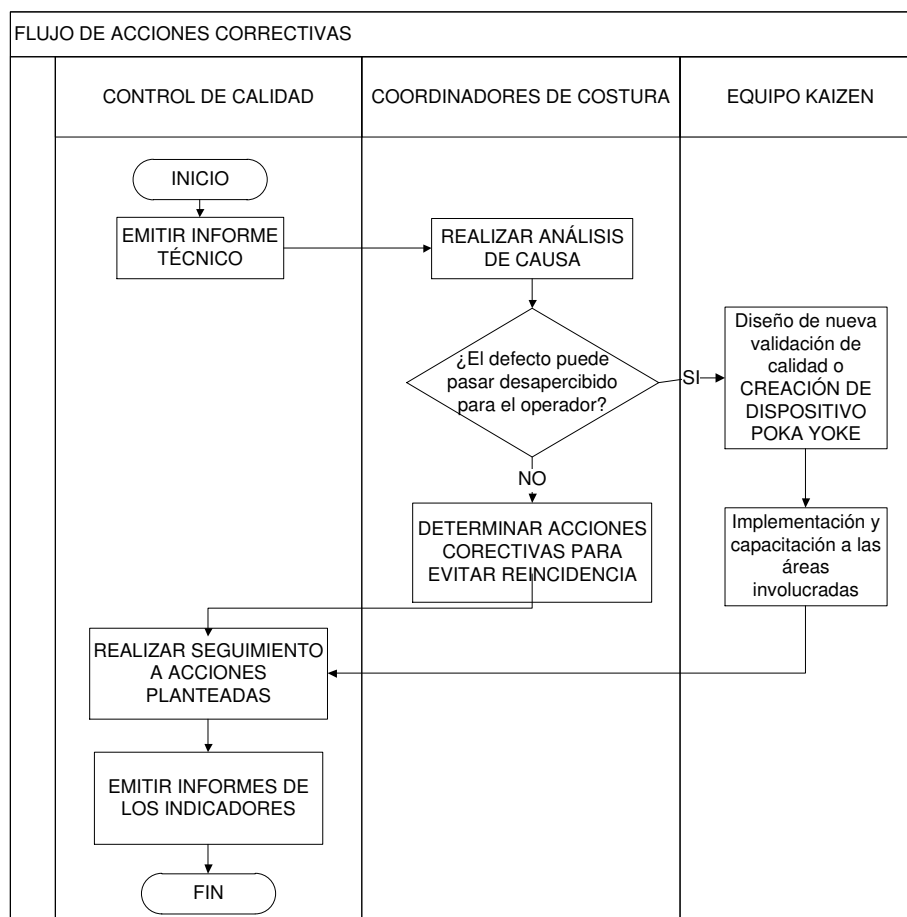
ACCIONES CORECTIVAS

Fuente: Elaboración propia

c) Fase III: Mejora continua (Durante la ejecución)

Pese a que el formato de auditoría en proceso incluye una sección de acciones correctivas, no todas ellas son de fácil análisis o solución. Es por ello, que se ha incluido un plan de acción ante los resultados macros del proceso, el cual tiene como responsable de ejecución al Coordinador de Costura. A su vez, se ejecutará el mismo plan de acción ante la detección de No Conformidades de gran envergadura.

Figura 6.6: Flujo de acciones correctivas



Fuente: Elaboración propia

El equipo Kaizen, nombrado en el flujo anterior, es un equipo formado por personal de todas las áreas, por lo general el personal con mayor experiencia, y liderado por el Jefe de Proyectos.

De este modo la metodología está centrada en las siguientes herramientas Lean:

Figura 6.7: Herramientas Lean Aplicadas en el proyecto

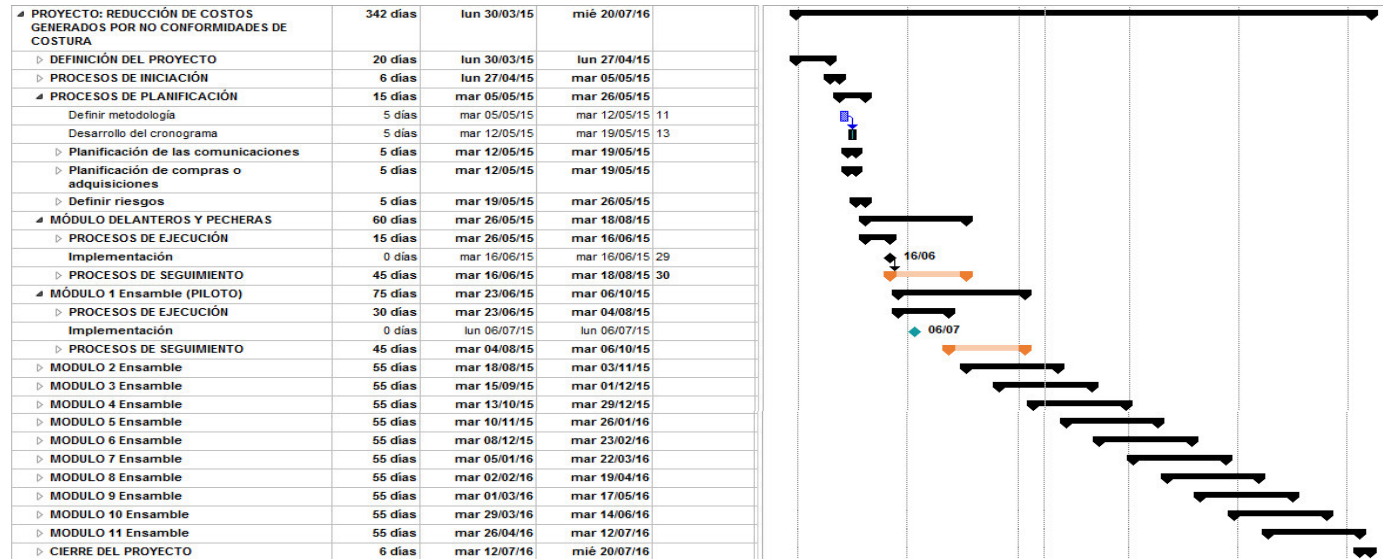


Fuente: Elaboración propia

6.2.2. DESARROLLO DE CRONOGRAMA

En esta etapa se han identificado todas las actividades a realizar en el proyecto, en base a lo cual se ha desarrollado el cronograma del proyecto. De acuerdo al alcance establecido (11 módulos de ensamble camisas y 01 de pre- ensamble), se ha estimado un lead time del proyecto de 16 meses, considerando 05 días laborables por semana. El Gantt del proyecto se muestra en la Figura 6.8, mientras que el detalle se muestra en el anexo 2.

Figura 6.8: Gantt del proyecto

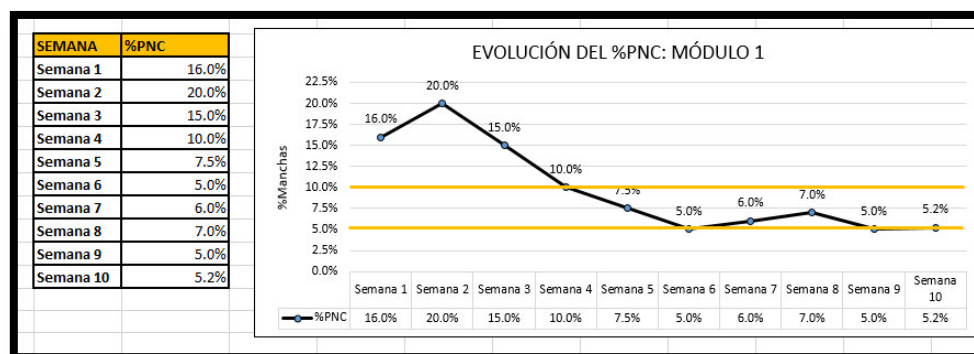


Fuente: Elaboración propia

6.2.3. PLANIFICACIÓN DE COMUNICACIÓN

Uno de los objetivos claves del proyecto es conseguir el compromiso del personal de costura con la calidad de las prendas que están produciendo. Es por ello que se han realizado presentaciones del proyecto al inicio de cada una de las etapas, al personal del módulo donde se esté realizando el proyecto. Así mismo, durante la etapa de seguimiento se han publicado los resultados semanales de los indicadores en paneles, los cuales han sido explicados al personal por el Coordinador de Costura.

Figura 6.9: Panel de resultado de indicadores



Fuente: Elaboración propia

Para la comunicación de los avances del proyecto y resultados globales, se ha considerado un panel grande, el cual será colocado en la entrada a la sección de costura.

6.2.4. PLANIFICACIÓN DE COMPRAS O ADQUISICIONES

Dentro de las adquisiciones se ha planificado la compra de paneles, sobre los cuales se colocarán los resultados de los indicadores para cada uno de los módulos. La compra de los mismos será progresiva, iniciando en el tablero grade de gestión visual del proyecto (al inicio de la ejecución del mismo) y continuando progresivamente al inicio de la etapa de ejecución de cada uno de los módulos.

Tabla 6.2: Adquisiciones

	CANTIDAD	COSTO	TOTAL
LETREROS (POR MÓDULO)	12	S/. 15	S/. 180
TABLERO GRANDE DE GESTIÓN VISUAL	1	S/. 50	S/. 50
TOTAL			S/. 230

Fuente: Elaboración propia

6.2.5. PLANIFICACIÓN DE GESTIÓN DE RIESGOS

El principal riesgo que se ha considerado en el presente proyecto es la sostenibilidad del mismo en el tiempo, ante dos factores:

a) Manteniendo el promedio actual de 14% de rotación de personal

Se han analizado el flujo de ingreso de personal a los módulos, encontrando las siguientes instancias:

- Escuela de Costureros
- Personal de Re-entrenamiento

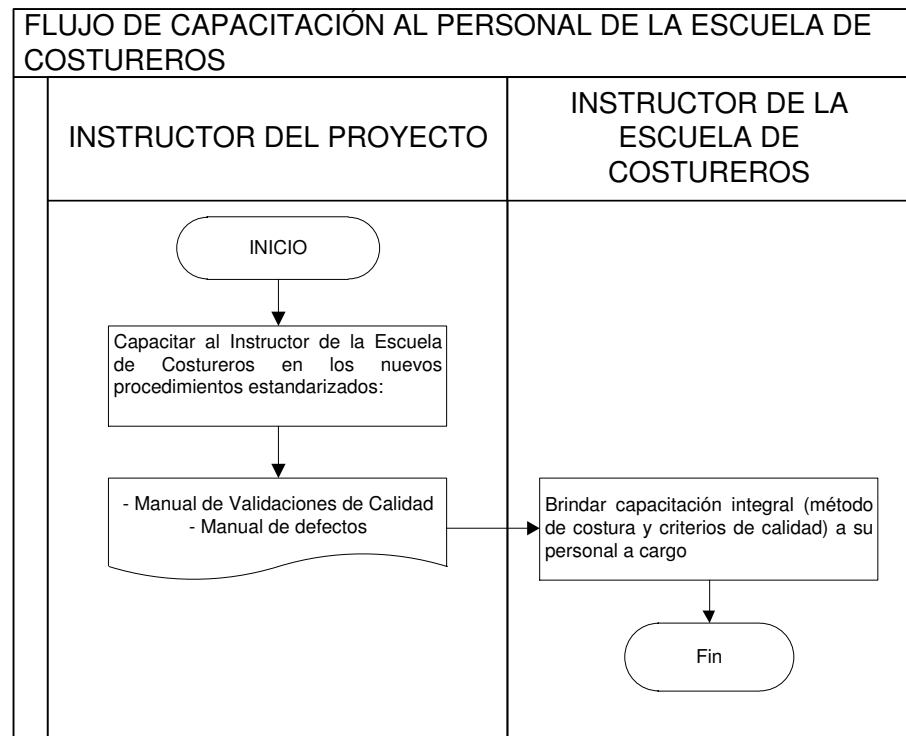
- Personal del mismo módulo (cambio de operación)

Se ha creado un flujo de capacitación para cada una de estas circunstancias, de modo que se garantice que no exista un conocimiento integral del operador antes de ejecutar una operación de costura.

a) Escuela de Costureros:

Tal como se ha descrito en el capítulo 3, el personal de la Escuela de Costureros es el destinado a cubrir la rotación de personal. Previo al proyecto recibía únicamente capacitación en el método de costura. En la figura 6.10 se muestra el nuevo flujo de capacitación.

Figura 6.10: Flujo de capacitación a personal de la Escuela de costura

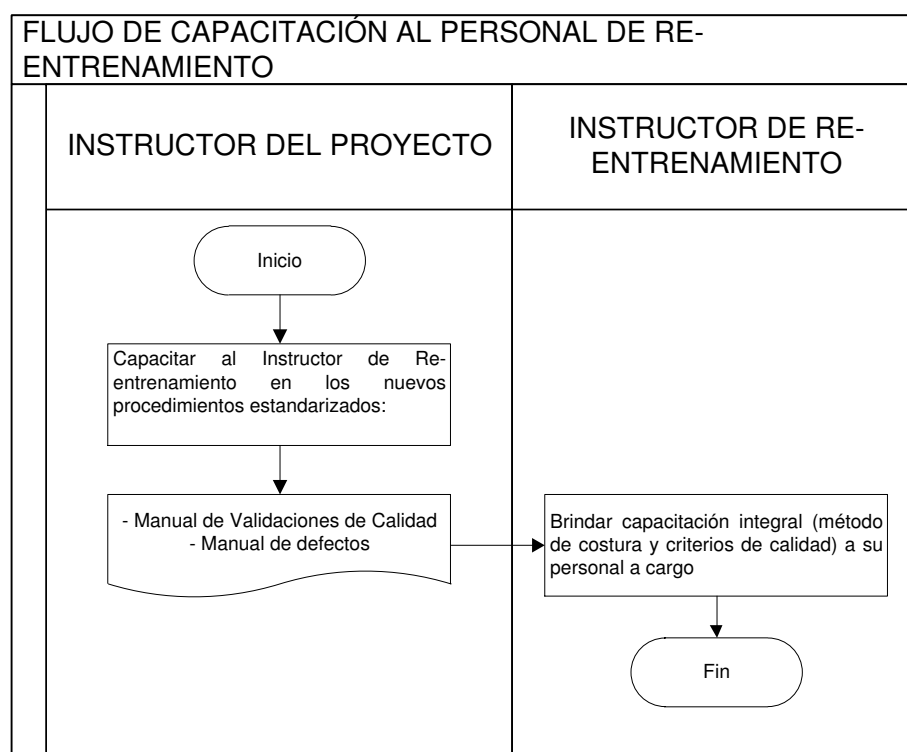


Fuente: Elaboración propia

b) Personal de Re-entrenamiento

El personal de Re-entrenamiento se encuentra destinado a cubrir ausentismos, tal como se ha descrito en el capítulo 3 es polivalente, por lo cual el flujo descrito en la figura 6.11 se realizará para cada una de las operaciones que domine el operador.

Figura 6.11: Flujo de capacitación de personal de Reentrenamiento

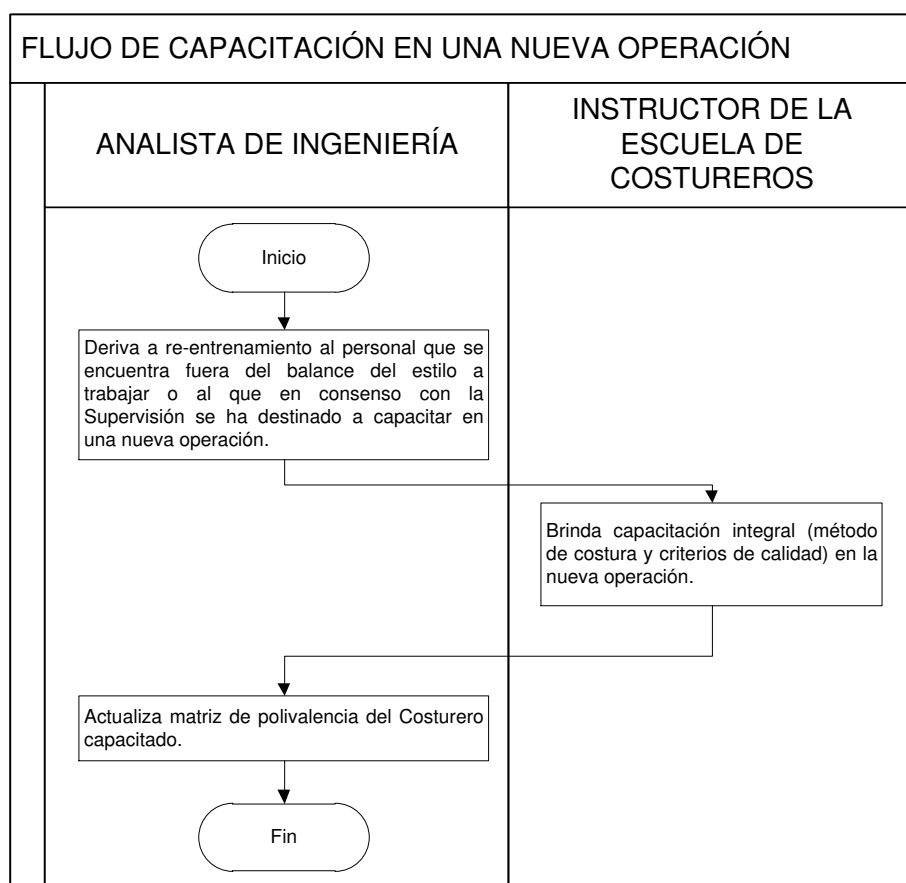


Fuente: Elaboración propia

c) Personal del mismo módulo (cambio de operación)

Este criterio es aplicable cada vez que exista personal excedente en el balance del estilo a trabajar o en consenso entre el Analista de Ingeniería y el Supervisor del módulo se haya decidido capacitar a un Costurero en una nueva operación para dar mayor flexibilidad al módulo. El flujo se muestra en la figura 6.12.

Figura 6.12: Flujo de capacitación en una nueva operación



Fuente: Elaboración propia

Tal como se menciona en el flujo, el Analista de Ingeniería lleva un resumen o matriz de polivalencia de toso el personal de sus módulos a cargo, de modo que puede identificar las necesidades de capacitación ante la diversidad de estilos que se trabajan. En el anexo 3 se muestra un ejemplo de dicha matriz.

b) Visión del operador de ganar incentivos

Actualmente la asignación de incentivos es grupal, de acuerdo a los resultados del módulo en conjunto, y a su vez directamente proporcional a la eficiencia del mismo. La eficiencia es calculada directamente por el sistema Leadtec, el cual toma como punto de referencia para la contabilidad de prendas la última operación de costura. Esto trae como consecuencia que los Costureros tengan la visión de producir la mayor cantidad de prendas, sin priorizar que las mismas tengan la calidad requerida.

Se entiende que la eficiencia es directamente proporcional al %aceptación, ya que al perder minutos en ejecutar reprocesos se pierde la oportunidad de confeccionar nuevas prendas. Es por ello, que se ha establecido como nueva política que se considerará como producción diaria del módulo todas las prendas que hayan pasado satisfactoriamente la auditoría final de costura. Esto conlleva a mantener firme el compromiso del operador para con la calidad de la prenda que está produciendo.

$$\%Eficiencia = \frac{\#Minutos\ producidos}{\#Minutos\ disponibles}$$

Donde:

$$\#Min\ producidos = T.Estándar\ de\ la\ pda * Cant.pdas\ de\ 1ra\ calidad$$

Para el cálculo de incentivos, se mantiene la política de asignarlos proporcionalmente al %Eficiencia, tomando como punto base 65%.

6.3. EJECUCIÓN

6.3.1. ESTANDARIZACIÓN DE NUEVOS INSTRUCTIVOS

a) Manual de atributos a revisar por operación

El manual de validaciones de calidad ha sido elaborado para cada una de las operaciones de costura, y ha sido resultado de un trabajo conjunto entre las personas de más experiencia de las diferentes áreas, de modo que se conserve el *how-know* de la empresa.

Su principal característica, que lo diferencia del resto de Instructivos de la empresa, es que es en su mayoría gráfico y de lenguaje sencillo para el fácil entendimiento de los usuarios.

La estructura del manual se divide en dos partes:

- Validaciones durante el proceso: Se realizan durante la ejecución de la operación, en todas las prendas.

Figura 6.13: Validaciones durante el proceso



Fuente: Elaboración propia

- Validaciones realizadas al término de la operación: Se realizan por muestreo, según el frecuencial indicado en el manual.

Figura 6.14: Validaciones por muestreo



Fuente: Elaboración propia

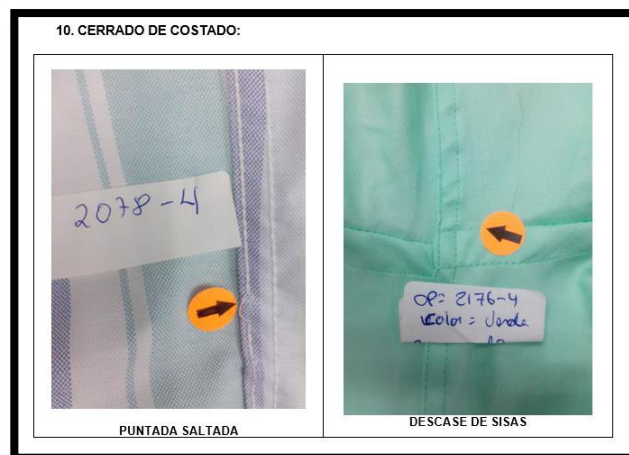
En el gráfico anexo 4 se muestra como ejemplo los atributos a revisar en la operación de cerrado de costado. De manera similar se ha realizado para el resto de las operaciones.

b) Manual de defectos

Al igual que el manual de atributos, el manual de defectos se ha elaborado en consenso por personal de diferentes áreas. Este manual es netamente gráfico y muestra los principales defectos de cometidos en cada una de las operaciones con la finalidad de capacitar al operador en el conocimiento de los mismos, de modo que sea capaz de detectarlos y evitar cometerlos.

En el grafico 6.15 se muestra un ejemplo de lo que es el manual de defectos. De igual modo en el anexo 5 se muestra el detalle del manual para una de las operaciones.

Figura 6.15: Manual de defectos



Fuente: Elaboración propia

6.3.2. CAPACITACIÓN DEL PERSONAL

La capacitación al personal se ha realizado por parte del Instructor que forma parte del proyecto, iniciando por los encargados de la Escuela de Costureros y de Reentrenamiento, seguido por el personal de Costura y terminando con el personal de Control de Calidad. El detalle de la capacitación se muestra en el cronograma del anexo 1.

6.3.3. AUDITORÍA EN PROCESO

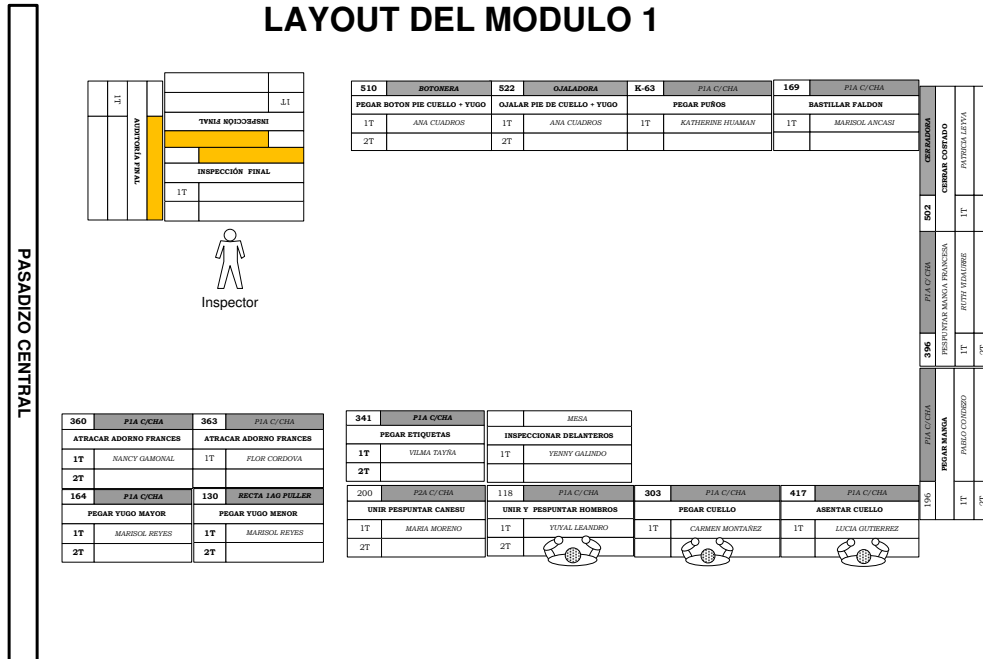
Tal como se ha detallado en la etapa de planeamiento se ha pasado de una Inspección Final y Auditoría Final a una Auditoría en proceso. Esto es posible después de realizar el proceso de capacitación al personal de Costura y tiene como objetivo garantizar la calidad en el proceso, además de delimitar los puntos de control a los estrictamente necesarios; ambos puntos, características claves de la filosofía *lean*.

Cabe resaltar, que durante un cambio de estilo el Auditor valida el arranque de todas las operaciones, garantizando que haya un entendimiento claro de todas las especificaciones.

En la figura 6.16 se muestra el *layout* previo a la implementación del proyecto, mientras que en la figura 6.17 se muestra el nuevo *layout* de un módulo clásico de ensamble, con puntos de control a lo largo de todo el proceso.

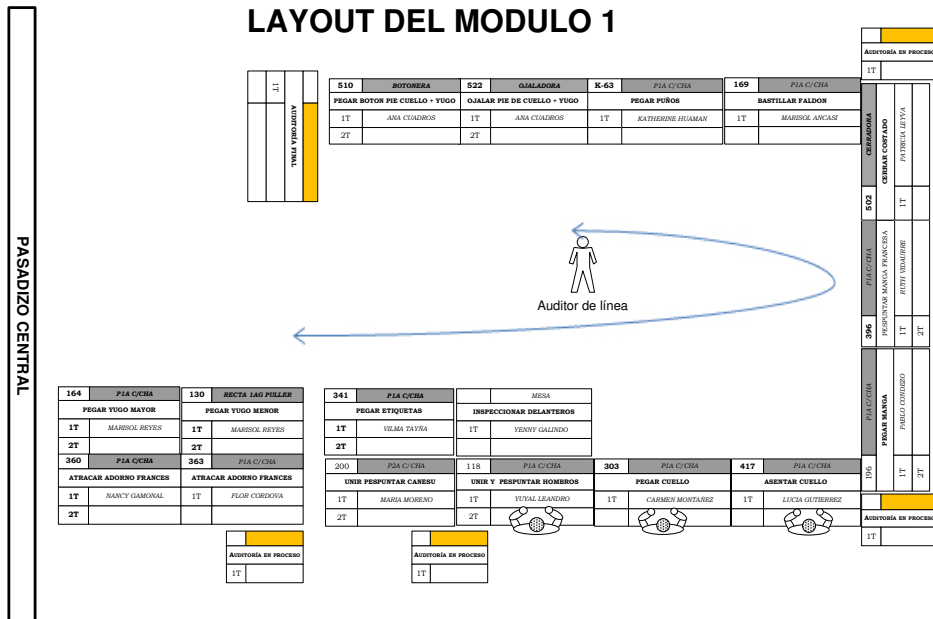
Figura 6.16: Layout anterior

LAYOUT DEL MODULO 1



Fuente: Elaboración propia

Figura 6.17: Layout actual



Fuente: Elaboración propia

Pasar de una inspección y auditoría final a una auditoría en proceso conlleva a la reducción de personal de 2.5 personas a 01 auditor por módulo. Ya que la reducción de personal ha sido progresiva, tal como se muestra en el cronograma, ha ido alineada a la rotación de personal, por lo que se ha disminuido el estándar de personal sin tener que recurrir a despidos o cambios de área.

6.3.4. ACCIONES CORRECTIVAS ANTE NO CONFORMIDADES

Las acciones correctivas, tal como se detalló en la etapa de planeamiento, se generan a partir de los resultados semanales del proceso o como consecuencia de una eventualidad de gran envergadura.

En la figura 6.18 se muestra un ejemplo de una acción correctiva, las cuales se encuentran sostenidas en el sistema ISO 9001 para su seguimiento y control.

Figura 6.18: Formato de Acción correctiva

N°: 15-AC-00040*

ACCIÓN CORRECTIVA

FECHA: 05/02/2015

MÓDULO O SECCIÓN DONDE SE DETECTO EL DEFECTO: M-11

CLIENTE: CUERO VELEZ ORDEN: 2152-1

COLOR: KHAKI ESTILO: CV098

TIPO DE PRENDA: CAMISA CANTIDAD DE LA OP: 681

CANTIDAD AUDITADA: 200

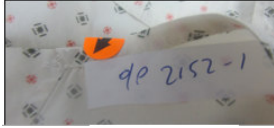
Defectos:
COSTURA DESCOSIDA EN MARIPOSA % DEFECTOS: 50%

Ant. Pdas a reprocesar: 100

ACCIONES A TOMAR:

ITEM	Acción	Responsable
1	REPROCESAR MARIPOSAS	M18
2	REAUDITAR PRENDAS	CALIDAD

FOTOS DEFECTOS



ANÁLISIS DE CAUSA RAÍZ

AREA GENERADORA: COSTURA MÓDULO O SECCION: M18

Causa raíz (de acuerdo a tabla):

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN DE CAUSA RAÍZ
CR2	Falta de capacitación/instrucción

ACCIONES CORRECTIVAS PARA ELIMINAR LAS CAUSAS:

ITEM	ACCION	RESPONSABLE	PLAZO
1	Establecer cronograma de capacitación al personal periódica	Coordinador de Costura	15-06
2	Colocar un check list en cada puesto de trabajo, estableciendo puntos de control y BPM	Coordinador de Controladores de Calidad	30-02

Datos técnicos y descripción del problema.
Responsable: Analista de Calidad

Análisis y planteamiento de acciones correctivas
Responsable: Coordinador de Costura

Fuente: Elaboración propia

6.3.5. EQUIPO KAIZEN- CREACIÓN DE DISPOSITIVOS POKE YOKE

En caso el Coordinador de costura lo considere necesario, puede elevar algunos casos para ser analizados por el equipo *Kaizen*. Es aplicable para aquellos casos en los cuales el defecto puede pasar desapercibido por el operador pese al cumplimiento de los estándares establecidos. Ante estos casos el equipo *Kaizen* se encarga de diseñar dispositivos *Poka Yoke* mediante los cuales se evite incurrir en el error.

A continuación se detallará uno de los casos analizados.

- Descripción del problema: Tapas desalineadas entre sí (una más arriba que la otra). Se ha respetado medida establecida para pegar bolsillos y tapas.
- Análisis del problema:
 - ✓ En el proceso de corte se cuenta con una tolerancia de $\pm 1/8''$ para el largo de delanteros.
 - ✓ Para garantizar la igualdad de medida entre ambos delanteros, se cuenta con una operación denominada **Igualación de delanteros** la cual se realiza después del pegado de bolsillos y tapas.
 - ✓ El afinado cuida el alineado o casado de las piezas, mas no la igualdad en la posición de bolsillos y tapas, lo que genera el problema en mención.
- Solución propuesta (Dispositivo *Poka Yoke*): Invertir el orden de las operaciones, de modo que el pegador de bolsillos trabaja con las piezas ya hermanadas.

Al igual que en el ejemplo descrito, el equipo Kaizen articula todas las mejoras de la compañía, las cuales a su vez son presentadas a los encargados de cada área, Supervisores y Auditores de Calidad en una reunión. Así mismo, se hacen extensivas a todo el personal a través de un mural.

6.4. SUPERVISIÓN Y CONTROL

El seguimiento y control se ha realizado tomando en cuenta los indicadores que justifican el ahorro generado por el proyecto (nivel de reprocesos y horas sobretiempo del personal de calidad), la eficiencia y el flujo de caja a lo largo del tiempo de vida del proyecto.

6.4.1. NIVEL DE REPROCESOS

Ya que se ha pasado a una auditoría en proceso, el nivel de reprocesos se calcula en base a la suma de los reprocesos parciales (05 puntos de control).

Los resultados semanales del módulo piloto se muestran en la tabla 6.3. Tal como se observa, es recién en la semana 4 se alcanza estar por debajo del límite superior objetivo de 10%; a partir de esta semana se mantienen los resultados dentro de los límites de control establecidos, lo que garantiza el cumplimiento de los objetivos trazados para el proyecto.

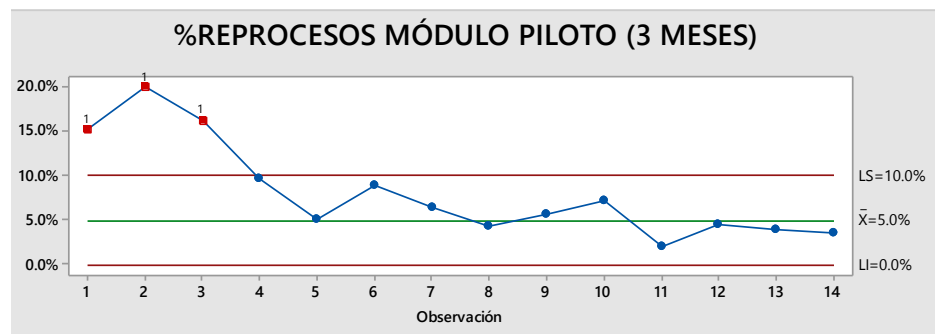
Tabla 6.3: Nivel de reprocesos del módulo piloto (Periodo 3 meses)

SEMANA	%REPROCESOS
1	15.2%
2	20.0%
3	16.3%
4	9.8%
5	5.2%
6	9.0%
7	6.5%
8	4.5%
9	5.7%

10	7.3%
11	2.0%
12	4.5%
13	4.0%
14	3.7%

Fuente: Elaboración propia

Figura 6.19: Gráfica de control del nivel de reprocesos



Fuente: Elaboración propia

En base a los resultados presentados en la tabla y gráfico anterior, se ha estimado el ahorro real generado por la reducción de los PNC, los cuales están por encima del objetivo inicial de 7.5% de defectos.

En la tabla 6.4 se muestran los resultados obtenidos en un periodo de tres meses en el módulo piloto, así mismo se considera que a partir del tercer mes de implementación se logra una estabilidad.

Para el cálculo del ahorro real se ha realizado una simulación al 17.5% de PNC, que es el valor promedio que se tenía en el diagnóstico. Ya que la implementación del proyecto se realiza de

manera progresiva, los escenarios mensuales mostrados en la tabla 6.4 han sido usados para todos los módulos según el mes de implementación que tenga el mismo.

Tabla 6.4: Ahorro real por la reducción de PNC

	TOTAL PRODUCIDO	%REPROCESO	PRENDAS REPROCESADAS	COSTO POR PDAS REPROCESADAS
SEMANA 1	2415	15%	367	
SEMANA 2	2388	20%	478	
SEMANA 3	2493	16%	406	
SEMANA 4	2425	10%	238	
PROMEDIO MES 1	9721	15.3%	1489	\$ 401
SIMULACIÓN AL 17.5%		17.50%	1701	\$ 458
AHORRO MES 1				\$ 57
SEMANA 5	2330	5%	121	
SEMANA 6	2592	9%	233	
SEMANA 7	2566	7%	167	
SEMANA 8	2620	5%	118	
SEMANA 9	2780	6%	158	
PROMEDIO MES 2	12888	6.2%	798	215
SIMULACIÓN AL 17.5%		17.50%	2255	\$ 608
AHORRO MES 2				\$ 393
SEMANA 10	2509	7%	183	
SEMANA 11	2113	2%	42	
SEMANA 12	2768	5%	125	
SEMANA 13	2750	4%	110	
SEMANA 14	2755	4%	102	
PROMEDIO MES 3	12895	4.4%	562	151
SIMULACIÓN AL 17.5%		17.50%	2257	\$ 608
AHORRO MES 3				\$ 457

Fuente: Elaboración propia

6.4.2. %EFICIENCIA

Tal como se mencionó en el capítulo anterior, para realizar el cálculo de eficiencia se ha pasado a considerar como producción diaria: todas las prendas que han pasado satisfactoriamente la auditoría de calidad.

Para el control de este indicador se mantiene el objetivo mínimo de 65%, que es el que se viene controlando por el SGC.

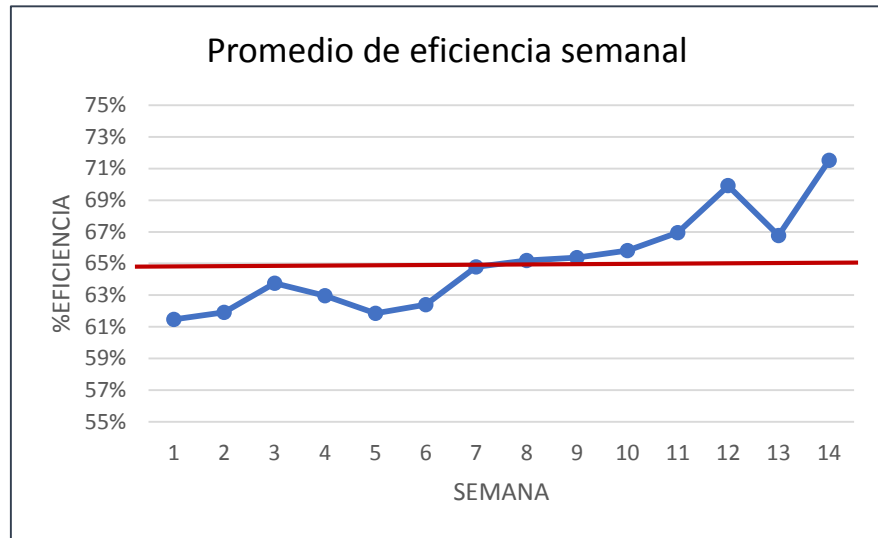
Los resultados obtenidos en el módulo piloto se muestran en la tabla 6.5, mientras que en figura 6.20 se muestra el gráfico de control de los mismos. Tal como se muestra en la tabla, recién en la semana 8 se consigue estar por encima de la eficiencia objetivo. Esto se debe al cambio en el sistema de contabilidad de prendas, lo que ahora proporciona una eficiencia real del proceso, y al propio entrenamiento en el nuevo método de trabajo.

Tabla 6.5: Promedio de eficiencia semanal

SEMANA	EFICIENCIA
1	61.5%
2	61.9%
3	63.8%
4	63.0%
5	61.9%
6	62.4%
7	64.8%
8	65.2%
9	65.4%
10	65.8%
11	67.0%
12	69.9%
13	66.8%
14	71.5%

Fuente: Elaboración propia

Figura 6.20: Promedio de eficiencia semanal



Fuente: Elaboración propia

6.4.3. HORAS SOBRETIENTO DEL PERSONAL DE CALIDAD

Uno de los problemas analizados en el diagnostico son la generación de horas sobretiempo del personal de Control de Calidad. Ya que la implementación es progresiva, los ahorros han ido creciendo de manera proporcional al número de módulos implementados, hasta llegar a una estabilidad en el 12vo mes, en el cual se termina con la implementación de todos los módulos.

En la tabla 6.6 se muestran los resultados obtenidos y el cálculo del ahorro real. Para efectos prácticos se ha prorrateado el ahorro anual para los periodos del primer año y se ha calculado el ahorro para los últimos dos meses en base al resultado del 12vo mes donde se consigue estabilidad.

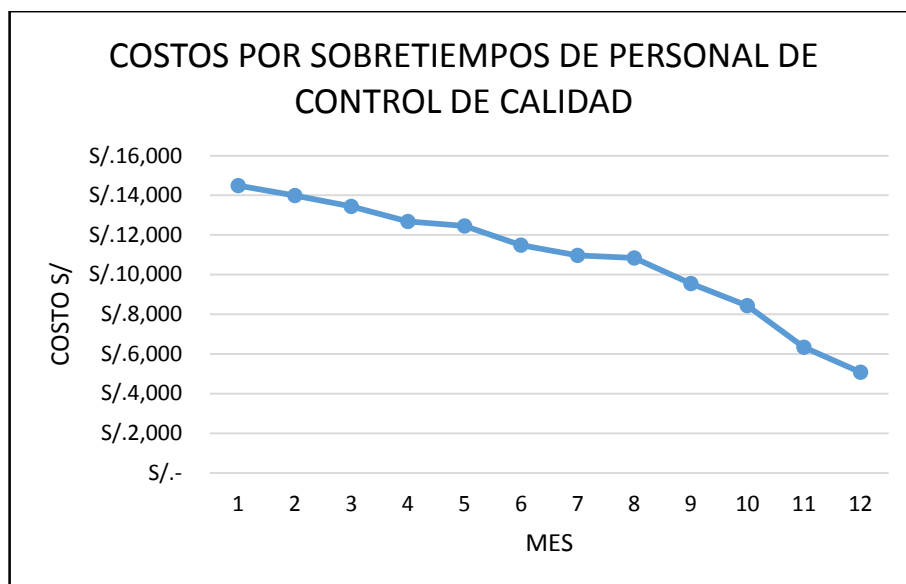
Tabla 6.6: Costo por horas sobretiempo

MES	COSTOS POR SOBRETIEMPOS (S/)
MES 1	S/. 14,484
MES 2	S/. 13,989
MES 3	S/. 13,435
MES 4	S/. 12,675
MES 5	S/. 12,465
MES 6	S/. 11,484
MES 7	S/. 10,969
MES 8	S/. 10,848
MES 9	S/. 9,555
MES 10	S/. 8,435
MES 11	S/. 6,345
MES 12	S/. 5,082
COSTO ANUAL	S/. 129,765
SIMULACIÓN PROMEDIO ANTERIOR	S/. 144,161
AHORRO AL PRIMER AÑO	S/. 14,396
AHORRO AL PRIMER AÑO (\$)	\$ 4,799
PRORRATEADO MENSUAL	\$ 400

AHORRO MES13-14	S/. 6,931
AHORRO MES13-14 (\$)	\$ 2,310

Fuente: Elaboración propia

Figura 6.21: Progreso del ahorro generado por reducción de horas sobretiempo



Fuente: Elaboración propia

6.4.4. FLUJO DE CAJA

En base a los resultados expuestos anteriormente se ha elaborado un flujo de caja, a partir del cual se evalúa la rentabilidad real de la implementación del proyecto, teniendo un TIR DE 50%, que va por encima del objetivo trazado.

Para efectos de cálculo se ha considerado el ahorro mensual por reducción de personal \$548, que se obtiene dividiendo el ahorro mensual entre los 12 módulos a implementar. Este cálculo se irá incrementando de acuerdo al número de módulos implementados hasta estabilizarse en el 13vo mes. De igual manera se ha

considerado una constante para el ahorro por reducción de prendas concesionadas de \$246, la cual se irá incrementando de acuerdo a la cantidad de módulos implementados.

Tabla 6.7: Flujo de caja

MES	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Ahorros			\$ 1,251	\$ 2,438	\$ 3,688	\$ 4,939	\$ 6,189	\$ 7,440	\$ 8,690
Egresos	\$ 1,100	\$ 1,836	\$ 1,865	\$ 1,865	\$ 1,865	\$ 1,865	\$ 1,865	\$ 1,865	\$ 1,865
Ingresos-Egresos	-\$ 1,100	-\$ 1,836	-\$ 614	\$ 572	\$ 1,823	\$ 3,074	\$ 4,324	\$ 5,575	\$ 6,825

MES	9	10	11	12	13	14	15
Ahorros	\$ 9,941	\$ 11,191	\$ 12,442	\$ 13,692	\$ 14,943	\$ 17,253	\$ 17,317
Egresos	\$ 1,865	\$ 1,865	\$ 1,865	\$ 1,865	\$ 1,865	\$ 1,100	\$ 1,100
Ingresos-Egresos	\$ 8,076	\$ 9,326	\$ 10,577	\$ 11,827	\$ 13,078	\$ 16,153	\$ 16,217
TIR : 50%							
VAN: \$ 14,479							

Fuente: Elaboración propia

6.5. CIERRE

El cierre del proyecto se ha realizado según lo planificado en 16 meses. Para garantizar la sostenibilidad de los resultados, para lo cual se han asignado las siguientes responsabilidades:

1. Capacitaciones y actualizaciones: A cargo de Ingeniería
2. Acciones correctivas: Coordinador de costura
3. Seguimiento y control de acciones correctivas: Analista ISO
4. Dispositivos Poka Yoke: Equipo Kaizen
5. Publicación de indicadores: Analista de Control de Calidad

CONCLUSIONES

1. Mediante la implementación de la Estandarización, Técnicas de calidad, Poka Yoke y Kaizen, herramientas Lean Manufacturing, es posible reducir los costos generados por las No Conformidades del proceso de costura. La empresa ha obtenido un ahorro anual de \$181, 513, lo que la hace más competitiva en el mercado.
2. En base al análisis realizado de la situación actual de la empresa en estudio, se ha determinado que el área con mayor índice de sobrecostos es la de costura. Comparando las métricas iniciales con el análisis financiero y los beneficios obtenidos de la implementación, se llega a la conclusión de que la es factible de realizar, obteniendo un retorno de 0.19 años y un TIR de 50%.> COK y un VAN de \$14,479.
3. Mediante la implementación de las herramientas Lean Manufacturing ya descritas es posible reducir los desperdicios identificados en el proceso de costura. Se ha reducido el nivel de reprocesos de 17.5% a 4.4%, la eficiencia de 65% (problemas de cálculo) a 70% real, los costos por sobretiempos del personal de calidad de S/12,013 a S/5,082 y la eliminación de las concesiones.
4. Se ha pasado de un Control de Calidad centrado en un área de la empresa a un Aseguramiento de Calidad, en donde la calidad se construye en el proceso. El Auditor ya no tiene la función de separar los PNC, sino la de garantizar que se cumpla con todo lo establecido.

5. La implementación de la estandarización es fundamental, tal como se puede apreciar en el trabajo de investigación, es el punto de partida para poder implementar otras herramientas Lean; ya que si no se tienen claros los conocimientos propios del trabajo a realizar, no se puede garantizar que éste se realicen correctamente. Así mismo es vital para conservar el *know how* de la empresa.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda implementar proyectos similares en las distintas áreas de la empresa, de modo que toda la visión de la organización vaya enmarcada por la mejora continua.
2. Los estándares van cambiando de acuerdo a las nuevas exigencias del mercado, por ello es importante revisar y actualizar periódicamente los manuales, procedimientos e instructivos; de modo que no haya un receso en los objetivos alcanzados.
3. Se recomienda que todos los miembros de la organización comprendan que este es un proceso de mejora continua que tiene un inicio pero no un final. La gerencia debe estar consciente que la implementación de las herramientas de manufactura esbelta es fundamental para generar ahorros sustanciales que se podrán obtener en base a la eliminación sistemática de los diferentes tipos de desperdicios identificados dentro de la organización, esta continua búsqueda de mejora no debe quedar solo durante el tiempo de evaluación del proyecto, si no que se debe seguir esta búsqueda de oportunidades de mejora durante toda la vida de la organización para garantizar su supervivencia y la innovación de sus procesos.

BIBLIOGRAFÍA

- ADEX (2015). *Boletín informativo mensual elaborado por la Gerencia de Manufacturas*.
- ARRIETA, J., BOTERO V., ROMANO M. (2010). *Benchmarking sobre Manufactura Esbelta en el sector de la confección en la ciudad de Medellín, Colombia*. Journal of Economics, Finance and Administrative Science. N° 141-170.
- CARVALLO, E. (2014). *Propuesta de Aplicación de conceptos de Manufactura Esbelta a una línea de producción de costura de una empresa de confecciones de tejido de punto para exportación*. Sinergia e Innovación. Año 2, Vol 1, N° 50-88.
- COLUNGA, C., SALDIERNA A. (1994). *Los costos de la Calidad*, Edit. Universidad Autónoma de San Luis de Potosí, México.
- HANSEN, R., MOWEN, M. (2007). *Administración de Costos, Contabilidad y Control*, 5ta Ed., Edit. Cengage Learning, México.
- HERNÁNDEZ, C., VIZÁN, A. (2013). *Lean Manufacturing: Conceptos, técnicas e Implantación*. Edit. Fundación EOI, España.
- MEJÍA, S. (2013). *Análisis y propuesta de mejora del proceso productivo de una línea de confección de ropa interior en una empresa textil mediante el uso de Manufactura Esbelta*. Tesis para obtener el grado de Ingeniero Industrial, PUCP.

- RAJADELL, M., SANCHEZ J. (2010). *Lean Manufacturing la evidencia de una necesidad*. Edit. Díaz de Santos, España.
- ROTHER, M., SHOOK, J. (2008). *Learning to See. Value Stream Mapping to Create Value and Eliminate Muda*. Edit. The Lean Enterprise Institute, USA.
- SHIGEO, S. (1986). *Zero Quality Control: Source Inspection and the Poka-Yoke System*. Edit. Productivity Press, Portland, Estados Unidos.
- WOMACK, J., & JONES, D. (2003). *Lean Thinking: Banish Waste and Create a Wealth in your Corporation*, Edit. Simon & Schuster, UK.
- YÉPEZ, R. (2008). *Diseño de un Sistema de Control de Producción basado en la filosofía Lean Manufacturing o Manufactura Esbelta para incrementar la productividad en el proceso productivo de la empresa Arena Confecciones*. Tesis para obtener el grado de Ingeniero Industrial, Universidad Tecnológica Equinoccial de Quito.

ANEXOS

ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

DEFINICION DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES E	INDICADORES	METODOLOGIA
<p>¿Es posible reducir los costos generados por No Conformidades de costura mediante la implementación de herramientas Lean Manufacturing?</p> <p>Problemas específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ¿Es posible realizar un análisis de la situación actual de la empresa para evaluar la factibilidad de la implementación del proyecto? - ¿Es posible proponer herramientas Lean Manufacturing? 	<p>Objetivo general: Reducir los costos generados por No conformidades de costura mediante la implementación de herramientas Lean Manufacturing.</p> <p>Objetivos específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Realizar un análisis de la situación actual de la empresa, para evaluar la factibilidad de la implementación del proyecto. • Proponer herramientas Lean Manufacturing para reducir los 	<p>La aplicación de herramientas Lean Manufacturing, permitirá la reducción de costos generados por No Conformidades de costura.</p> <p>Hipótesis específicas</p> <ul style="list-style-type: none"> - Es factible la implementación del proyecto. - Es posible reducir los principales desperdicios mediante la aplicación de herramientas Lean Manufacturing. 	<p>Variable Independiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Implementación de Herramientas Lean Manufacturing. <p>Variable dependiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Costos generados por No Conformidades de costura. 	<ul style="list-style-type: none"> - % Rechazos - %Concesiones - %Eficiencia - Costo de horas sobretiempo 	<p>Tipo de investigación: Aplicada</p> <p>Metodología:</p> <p>1ra fase: Diagnóstico</p> <p>2da Fase: Propuesta de mejora basada en metodología PMBOK.</p>

<p>Manufacturing para reducir los principales desperdicios?</p> <p>- ¿Es posible proponer un nuevo sistema de control de calidad basado en la filosofía Lean Manufacturing?</p> <p>- ¿Es posible estandarizar los criterios de calidad inter-áreas?</p>	<p>costos que generados por los principales “desperdicios”.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Proponer un nuevo diseño de un sistema de control de calidad basado en la filosofía Lean Manufacturing • Estandarizar los criterios de calidad inter-áreas: Control de Calidad, Producción e Ingeniería. 	<p>- Es posible crear un nuevo diseño del sistema de control de calidad basado en la filosofía Lean Manufacturing.</p> <p>- Es posible estandarizar los criterios de calidad inter-áreas.</p>			
---	---	---	--	--	--

ANEXO 2: GANTT

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin
PROYECTO: REDUCCIÓN DE COSTOS GENERADOS POR NO CONFORMIDADES DE COSTURA	342 días	lun 30/03/15	mié 20/07/16
DEFINICIÓN DEL PROYECTO	20 días	lun 30/03/15	lun 27/04/15
Planteamiento del problema	10 días	lun 30/03/15	lun 13/04/15
Definir lineamientos base del Proyecto	5 días	lun 13/04/15	lun 20/04/15
Realizar estudio de factibilidad	4 días	lun 20/04/15	vie 24/04/15
Presentación del Proyecto a Gerencia	1 día	vie 24/04/15	lun 27/04/15
Aprobación del proyecto	0 días	lun 27/04/15	lun 27/04/15
PROCESOS DE INICIACIÓN	6 días	lun 27/04/15	mar 05/05/15
Desarrollo del acta de constitución del proyecto	1 día	lun 27/04/15	mar 28/04/15
Desarrollo del equipo del proyecto	1 día	lun 27/04/15	mar 28/04/15
Desarrollo del alcance del proyecto	5 días	mar 28/04/15	mar 05/05/15
PROCESOS DE PLANIFICACIÓN	15 días	mar 05/05/15	mar 26/05/15
Definir metodología	5 días	mar 05/05/15	mar 12/05/15
Desarrollo del cronograma	5 días	mar 12/05/15	mar 19/05/15
Planificación de las comunicaciones	5 días	mar 12/05/15	mar 19/05/15
Planificación de presentación del proyecto al personal involucrado	5 días	mar 12/05/15	mar 19/05/15
Planificación de comunicación de avances del proyecto y de resultados, indicadores, etc	5 días	mar 12/05/15	mar 19/05/15
Planificación de compras o adquisiciones	5 días	mar 12/05/15	mar 19/05/15
Definir qué comprar, cuándo y cómo	5 días	mar 12/05/15	mar 19/05/15
Definir riesgos	5 días	mar 19/05/15	mar 26/05/15
Elaborar nuevo flujo para garantizar sostenibilidad del proyecto	5 días	mar 19/05/15	mar 26/05/15
MÓDULO DELANTEROS Y PECHERAS	60 días	mar 26/05/15	mar 18/08/15
PROCESOS DE EJECUCIÓN	15 días	mar 26/05/15	mar 16/06/15
Etapas de desarrollo	5 días	mar 26/05/15	mar 02/06/15
Elaboración de instructivos	5 días	mar 26/05/15	mar 02/06/15
Etapas de Capacitación	10 días	mar 02/06/15	mar 16/06/15
Capacitación a Personal Encargado de Re-entrenamiento y Escuela de Costura	5 días	lun 08/06/15	lun 15/06/15
Capacitación al Supervisor del módulo 24	5 días	mar 02/06/15	mar 09/06/15
Capacitación al personal de Costura Mod 24	5 días	mar 09/06/15	mar 16/06/15
Implementación	0 días	mar 16/06/15	mar 16/06/15
PROCESOS DE SEGUIMIENTO	45 días	mar 16/06/15	mar 18/08/15
Seguimiento acompañado por el Instructor de calidad	5 días	mar 16/06/15	mar 23/06/15
Seguimiento en base a indicadores	45 días	mar 16/06/15	mar 18/08/15
MÓDULO 1 Ensamble (PILOTO)	75 días	mar 23/06/15	mar 06/10/15
PROCESOS DE EJECUCIÓN	10 días	mar 23/06/15	mar 07/07/15
Etapas de desarrollo	10 días	mar 23/06/15	mar 07/07/15
Elaboración de instructivos	10 días	mar 23/06/15	mar 07/07/15
Capacitación	20 días	mar 07/07/15	mar 04/08/15
Implementación	0 días	lun 06/07/15	lun 06/07/15
PROCESOS DE SEGUIMIENTO	45 días	mar 04/08/15	mar 06/10/15
Seguimiento acompañado del Instructor de Calidad	10 días	mar 04/08/15	mar 18/08/15
Seguimiento en base a indicadores	45 días	mar 04/08/15	mar 06/10/15
MODULO 2 Ensamble	55 días	mar 18/08/15	mar 03/11/15
PROCESOS DE EJECUCIÓN	10 días	mar 18/08/15	mar 01/09/15
Capacitación	10 días	mar 18/08/15	mar 01/09/15
Capacitación al Supervisor del módulo y Auditor	5 días	mar 18/08/15	mar 25/08/15
Capacitación al personal de Costura y Auditor	5 días	mar 25/08/15	mar 01/09/15

Implementación	0 días	mar 01/09/15	mar 01/09/15
PROCESOS DE SEGUIMIENTO	45 días	mar 01/09/15	mar 03/11/15
Seguimiento acompañado del Instructor de Calidad	10 días	mar 01/09/15	mar 15/09/15
Seguimiento en base a indicadores	45 días	mar 01/09/15	mar 03/11/15
MODULO 3 Ensamble	55 días	mar 15/09/15	mar 01/12/15
PROCESOS DE EJECUCIÓN	10 días	mar 15/09/15	mar 29/09/15
Capacitación	10 días	mar 15/09/15	mar 29/09/15
Capacitación al Supervisor del módulo y Auditor	5 días	mar 15/09/15	mar 22/09/15
Capacitación al personal de Costura y Auditor	5 días	mar 22/09/15	mar 29/09/15
Implementación	0 días	mar 29/09/15	mar 29/09/15
PROCESOS DE SEGUIMIENTO	45 días	mar 29/09/15	mar 01/12/15
Seguimiento acompañado del Instructor de Calidad	10 días	mar 29/09/15	mar 13/10/15
Seguimiento en base a indicadores	45 días	mar 29/09/15	mar 01/12/15
MODULO 4 Ensamble	55 días	mar 13/10/15	mar 29/12/15
PROCESOS DE EJECUCIÓN	10 días	mar 13/10/15	mar 27/10/15
Capacitación	10 días	mar 13/10/15	mar 27/10/15
Capacitación al Supervisor del módulo y Auditor	5 días	mar 13/10/15	mar 20/10/15
Capacitación al personal de Costura y Auditor	5 días	mar 20/10/15	mar 27/10/15
Implementación	0 días	mar 27/10/15	mar 27/10/15
PROCESOS DE SEGUIMIENTO	45 días	mar 27/10/15	mar 29/12/15
Seguimiento acompañado del Instructor de Calidad	10 días	mar 27/10/15	mar 10/11/15
Seguimiento en base a indicadores	45 días	mar 27/10/15	mar 29/12/15
MODULO 5 Ensamble	55 días	mar 10/11/15	mar 26/01/16
PROCESOS DE EJECUCIÓN	10 días	mar 10/11/15	mar 24/11/15
Capacitación	10 días	mar 10/11/15	mar 24/11/15
Capacitación al Supervisor del módulo y Auditor	5 días	mar 10/11/15	mar 17/11/15
Capacitación al personal de Costura y Auditor	5 días	mar 17/11/15	mar 24/11/15
Implementación	0 días	mar 24/11/15	mar 24/11/15
PROCESOS DE SEGUIMIENTO	45 días	mar 24/11/15	mar 26/01/16
Seguimiento acompañado del Instructor de Calidad	10 días	mar 24/11/15	mar 08/12/15
Seguimiento en base a indicadores	45 días	mar 24/11/15	mar 26/01/16
MODULO 6 Ensamble	55 días	mar 08/12/15	mar 23/02/16
PROCESOS DE EJECUCIÓN	10 días	mar 08/12/15	mar 22/12/15
Capacitación	10 días	mar 08/12/15	mar 22/12/15
Capacitación al Supervisor del módulo y Auditor	5 días	mar 08/12/15	mar 15/12/15
Capacitación al personal de Costura y Auditor	5 días	mar 15/12/15	mar 22/12/15
Implementación	0 días	mar 22/12/15	mar 22/12/15
PROCESOS DE SEGUIMIENTO	45 días	mar 22/12/15	mar 23/02/16
Seguimiento acompañado del Instructor de Calidad	10 días	mar 22/12/15	mar 05/01/16
Seguimiento en base a indicadores	45 días	mar 22/12/15	mar 23/02/16
MODULO 7 Ensamble	55 días	mar 05/01/16	mar 22/03/16
PROCESOS DE EJECUCIÓN	10 días	mar 05/01/16	mar 19/01/16
Capacitación	10 días	mar 05/01/16	mar 19/01/16
Capacitación al Supervisor del módulo y Auditor	5 días	mar 05/01/16	mar 12/01/16
Capacitación al personal de Costura y Auditor	5 días	mar 12/01/16	mar 19/01/16
Implementación	0 días	mar 19/01/16	mar 19/01/16
PROCESOS DE SEGUIMIENTO	45 días	mar 19/01/16	mar 22/03/16
Seguimiento acompañado del Instructor de Calidad	10 días	mar 19/01/16	mar 02/02/16
Seguimiento en base a indicadores	45 días	mar 19/01/16	mar 22/03/16
MODULO 8 Ensamble	55 días	mar 02/02/16	mar 19/04/16
PROCESOS DE EJECUCIÓN	10 días	mar 02/02/16	mar 16/02/16
Capacitación	10 días	mar 02/02/16	mar 16/02/16
Capacitación al Supervisor del módulo y Auditor	5 días	mar 02/02/16	mar 09/02/16
Capacitación al personal de Costura y Auditor	5 días	mar 09/02/16	mar 16/02/16
Implementación	0 días	mar 16/02/16	mar 16/02/16

PROCESOS DE SEGUIMIENTO	45 días	mar 16/02/16	mar 19/04/16
Seguimiento acompañado del Instructor de Calidad	10 días	mar 16/02/16	mar 01/03/16
Seguimiento en base a indicadores	45 días	mar 16/02/16	mar 19/04/16
MODULO 9 Ensamble	55 días	mar 01/03/16	mar 17/05/16
PROCESOS DE EJECUCIÓN	10 días	mar 01/03/16	mar 15/03/16
Capacitación	10 días	mar 01/03/16	mar 15/03/16
Capacitación al Supervisor del módulo y Auditor	5 días	mar 01/03/16	mar 08/03/16
Capacitación al personal de Costura y Auditor	5 días	mar 08/03/16	mar 15/03/16
Implementación	0 días	mar 15/03/16	mar 15/03/16
PROCESOS DE SEGUIMIENTO	45 días	mar 15/03/16	mar 17/05/16
Seguimiento acompañado del Instructor de Calidad	10 días	mar 15/03/16	mar 29/03/16
Seguimiento en base a indicadores	45 días	mar 15/03/16	mar 17/05/16
MODULO 10 Ensamble	55 días	mar 29/03/16	mar 14/06/16
PROCESOS DE EJECUCIÓN	10 días	mar 29/03/16	mar 12/04/16
Capacitación	10 días	mar 29/03/16	mar 12/04/16
Capacitación al Supervisor del módulo y Auditor	5 días	mar 29/03/16	mar 05/04/16
Capacitación al personal de Costura y Auditor	5 días	mar 05/04/16	mar 12/04/16
Implementación	0 días	mar 12/04/16	mar 12/04/16
PROCESOS DE SEGUIMIENTO	45 días	mar 12/04/16	mar 14/06/16
Seguimiento acompañado del Instructor de Calidad	10 días	mar 12/04/16	mar 26/04/16
Seguimiento en base a indicadores	45 días	mar 12/04/16	mar 14/06/16
MODULO 11 Ensamble	55 días	mar 26/04/16	mar 12/07/16
PROCESOS DE EJECUCIÓN	10 días	mar 26/04/16	mar 10/05/16
Capacitación	10 días	mar 26/04/16	mar 10/05/16
Capacitación al Supervisor del módulo y Auditor	5 días	mar 26/04/16	mar 03/05/16
Capacitación al personal de Costura y Auditor	5 días	mar 03/05/16	mar 10/05/16
Implementación	0 días	mar 10/05/16	mar 10/05/16
PROCESOS DE SEGUIMIENTO	45 días	mar 10/05/16	mar 12/07/16
Seguimiento acompañado del Instructor de Calidad	10 días	mar 10/05/16	mar 24/05/16
Seguimiento en base a indicadores	45 días	mar 10/05/16	mar 12/07/16
SEGUIMIENTO Y CONTROL (DESPUÉS DE IMPLEMENTACIÓN TOTAL)	5 días	mar 12/07/16	mar 19/07/16
Evaluación final de indicadores de resultados	5 días	mar 12/07/16	mar 19/07/16
Evaluación del impacto económico	5 días	mar 12/07/16	mar 19/07/16
CIERRE DEL PROYECTO	1 día	mar 19/07/16	mié 20/07/16
Presentación de cierre del proyecto	1 día	mar 19/07/16	mié 20/07/16

ANEXO 3: MATRIZ DE POLIVALENCIA

CÓDIGO	APELLIDOS Y NOMBRES	RTX-BASTILLADO DE DELANTERO	PEGADO DE PECHERA	OAJES DE PECHERA	BOTONES DE DELANTERO	PEGADO DE YUGOS	ADORNO DE YUGO	PEGADO DE BOLSILLO	EMBOLSADO DE HOMBROS	PEGADO DE CUELLO	ASENTADO DE CUELLO	PEGADO DE MANGA	PESPUNTE DE MAGA	CERRADO DE COSTADO	BASTILLADO DE FALDÓN	PEGADO DE PUÑOS	PEGAR BOTÓN DOWN	OJALAR PIE DE CUELLO
923615	MUÑOZ CONDORI, JESSICA JANET	X			X													
923658	ESCALERA SALAS, JIMMY JESUS		X	X														
923692	ORDAYA GOMEZ, BERTHA ALICIA					X	X											
923712	MORALES TENORIO, EVA								X									
923716	TELLO MELGAREJO, DIANA MAGALY									X	X							
923720	BANCES PEÑA, SUSANA																	

ANEXO 4: MANUAL DE ATRIBUTOS A REVISAR (EJEMPLO)

CERRADO DE COSTADO

I. VALIDACIONES DURANTE EL PROCESO:

1. Verificar que el Ingreso sea parejo (ambos extremos)



2. Verificar el alineado del cruce de sisas:



II. DESPUÉS DEL TÉRMINO DE LA OPERACIÓN (POR MUESTREO 1 CADA 10):

3. Verificar que no se haya reventado o este desalineado el cruce de sisas

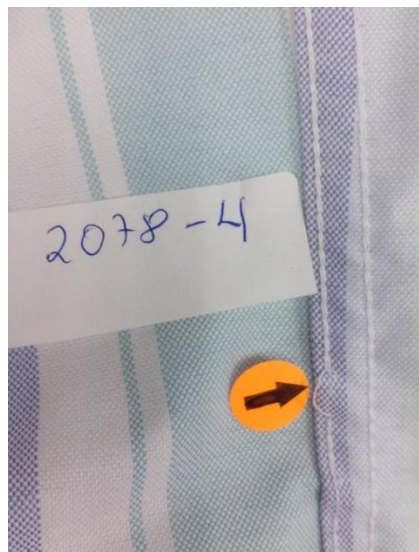


4. Verificar que no se presente: puntada saltada, puntada dispareja o reventado (a todo lo largo de la costura)



ANEXO 5: MANUAL DE DEFECTOS (EJEMPLO)

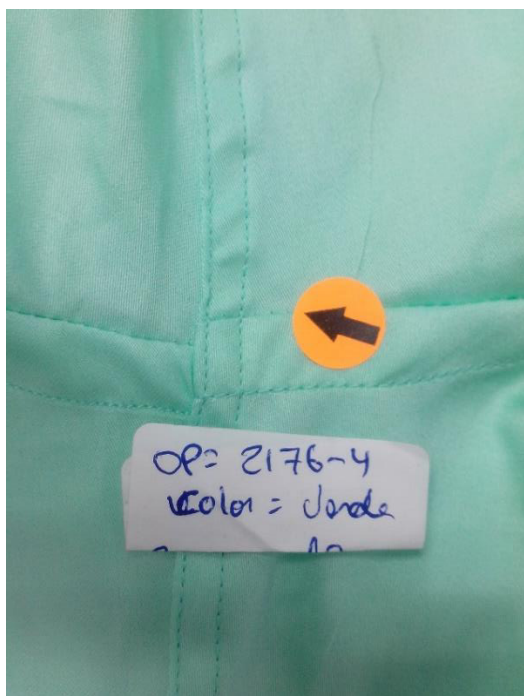
CERRADO DE COSTADO:



PUNTADA SALTADA



PUNTADA SALTADA



DESCASE DE SISA



REVENTADO EN CERRADO DE COSTADO

ANEXO 6: EJEMPLO DE ACCIÓN CORRECTIVA

N°: 15-AC-00040°

ACCIÓN CORRECTIVA

FECHA: 05/02/2015

MÓDULO O SECCIÓN DONDE SE DETECTO EL DEFECTO M-18

CLIENTE	CUERO VELEZ	ORDEN	2152-1
COLOR	KHAKI	ESTILO	CV098
TIPO DE PRENDA	CAMISA	CANTIDAD DE LA OP	681
		CANTIDAD AUDITADA	200

Defectos:

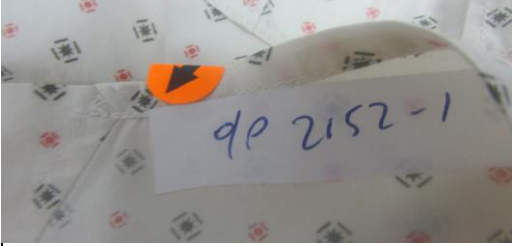
COSTURA DESCOSIDA EN MARIPOSA	% DEFECTOS 50%
--------------------------------------	-----------------------

Cant. Pdas a reprocesar 100

ACCIONES A TOMAR:

ITEM	Acción	Responsable
1	REPROCESAR MARIPOSAS	M18
2	REAUDITAR PRENDAS	CALIDAD

FOTOS DEFECTOS



ANÁLISIS DE CAUSA RAÍZ

AREA GENERADORA COSTURA **MODULO O SECCION** M18

Causa raíz (de acuerdo a tabla):

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN DE CAUSA RAÍZ
CR2	Falta de capacitación/instrucción

ACCIONES CORRECTIVAS PARA ELIMINAR LAS CAUSAS:

ITEM	ACCION	RESPONSABLE	PLAZO
1	Establecer cronograma de capacitación al personal periódica	Coordinador de Costura	15-feb
2	Colocar un check list en cada puesto de trabajo, estableciendo puntos de control y BPM	Coordinador de Costura/Analista de Calidad	30/02